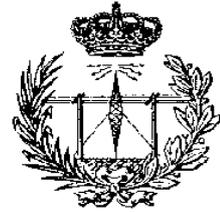




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
Departamento de Teoría de la Señal y  
Comunicaciones e Ingeniería Telemática



## TESIS DOCTORAL

# EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR SANITARIO: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y APLICACIÓN A UN CASO PRÁCTICO DE INTRODUCCIÓN DE UNA APLICACIÓN DE SALUD MÓVIL EN EL CAMPO DE LA CARDIOLOGÍA

Autor: José Antonio Cano Martín

Directores: Isabel de la Torre-Díez

Miguel López-Coronado

2014





---

**Universidad de Valladolid**

**Departamento de  
Teoría de la Señal  
y Comunicaciones  
e Ingeniería Telemática**

TESIS DOCTORAL:

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA  
INNOVACIÓN EN EL SECTOR  
SANITARIO: METODOLOGÍA DE  
ANÁLISIS Y APLICACIÓN A UN CASO  
PRÁCTICO DE INTRODUCCIÓN DE  
UNA APLICACIÓN DE SALUD MÓVIL  
EN EL CAMPO DE LA CARDIOLOGÍA**

Presentada por José Antonio Cano Martín para optar al  
grado de doctor por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:

Isabel de la Torre-Díez  
Miguel López-Coronado



*A mi familia, y en especial a Daniela.*



**Título:** Evaluación del Impacto de la innovación en el sector sanitario: Metodología de análisis y aplicación a un caso práctico de introducción de una aplicación de salud móvil en el campo de la Cardiología.

**Autor:** José Antonio Cano Martín

**Directores:** Isabel de la Torre Díez y Miguel López Coronado.

**Tribunal:**

**Presidente:**

▪ \_\_\_\_\_

**Vocales:**

▪ \_\_\_\_\_

▪ \_\_\_\_\_

▪ \_\_\_\_\_

▪ \_\_\_\_\_

▪ \_\_\_\_\_

**Secretario:**

▪ \_\_\_\_\_

Realizado el acto de defensa y lectura de la tesis en Valladolid el día \_\_\_\_  
de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, acuerda otorgarle la calificación de

\_\_\_\_\_

El Presidente

Los vocales

El secretario



**Resumen**-. Esta tesis doctoral tiene por objeto explorar en las diferentes aproximaciones a la evaluación de impacto socio-económico de la I+D+i y proponer un modelo de evaluación del impacto que, considerando las dimensiones político-sanitaria y empresarial, permita aportar al decisor político información temprana que complementen a las requeridas en este sector (estudios de coste-efectividad clínica y establecimiento de mecanismos adecuados para su financiación), de forma que le permitan tomar decisiones de incorporación de innovaciones considerando criterios de desarrollo regional.

Hasta el momento, el impacto de una innovación destinada al ámbito sanitario se ha analizado desde la perspectiva clínica y política. No existen estudios que relacionen el valor económico de la innovación generada en este sector en términos de estímulos a la generación y mantenimiento de empleo y riqueza para el tejido empresarial de la región. La pregunta de investigación es la siguiente: ¿Es posible incorporar una dimensión adicional a estos estudios de evaluación de impacto económico en el ámbito sanitario, de forma que proporcionen información adicional que permita a los decisores políticos tener alternativas para financiar además de aquellas innovaciones más coste-eficientes en términos clínicos, aquellas que además generan un mayor estímulo una generación de ahorros para el sistema sanitario y de riqueza para la región?

Pero aún hay más, en un sector tan regulado como el sanitario, que requiere procesos, evidencias y resultados de una innovación sobre la población antes de poder incorporarla a su cartera de servicios, el decisor político necesita tomar decisiones en etapas muy tempranas del desarrollo de la innovación, cuando las evidencias clínicas de la misma y los análisis coste-efectividad no están disponibles. Para ello, en la tesis se avanza en la utilización de modelos acuerdos compartidos para la incorporación de innovaciones, y propone un modelo de evaluación de introducción de innovaciones tecnológicas en el sector.

Sin embargo, mientras que en el ámbito sanitario, las aproximaciones metodológicas están muy definidas, las diferentes metodologías de evaluación de impacto que se han desarrollado en las últimas décadas tanto a nivel público como privado, han generado una gran multitud de aproximaciones que no caracterizan de forma global el efecto que una innovación tanto a nivel interno de la organización que la genera, como en el entorno de influencia.

Las diferencias en los enfoques existentes en materia de evaluación del impacto de la innovación a nivel empresarial, obligan a reenfocar la pregunta de investigación, adaptándola a la casuística de esta dimensión empresarial, partiendo de la experiencia de muchos ejemplos de evaluación cuya implantación no ha proporcionado los resultados deseados. Para ello, se propone la utilización de un modelo Input-Output para caracterizar los efectos directos, indirectos e inducidos de la actividad de innovación de una empresa, complementado con un análisis cualitativo basado en los cinco ámbitos de impacto que la innovación tiene en una empresa.

Para resolver esta pregunta de investigación, la tesis incluye una prueba empírica en el análisis de la introducción de una innovación en el ámbito sanitario, en particular una aplicación móvil para la gestión mejora de la información de información sobre enfermedades circulatorias (ámbito público y social), y el proyecto de innovación que da lugar a dicha aplicación móvil (ámbito empresarial), concretamente una triangulación secuencial formada por un estudio de un multicaso compuesto por dos casos independientes, que por separado responden a las correspondientes preguntas de evaluación y que, a nivel global, responden a la pregunta central de análisis de la tesis.

Como conclusión, la contribución de esta tesis doctoral al conocimiento científico se basa en proporcionar un método que permite caracterizar el impacto económico (más allá de los resultados obtenidos) que el desarrollo de un proyecto de I+D+i y sus resultados, tienen en el ámbito sanitario desde la perspectiva empresarial y política. Así mismo, ofrece un método que proporciona información temprana al decisor político que aporta valor en el momento de la decisión sobre qué innovaciones reciben o no financiación — en base no sólo a criterios de coste-eficiencia y económicos, sino de ahorros en el sistema sanitario, generación y mantenimiento de empleo, ingresos para el sistema público y, lo que es más importante, la estimulación del tejido empresarial de la región.

Esta investigación demuestra que es posible aportar una aproximación complementaria a la habitual para la toma de decisiones en la financiación de una innovación en el ámbito sanitario.



**Abstract—** This dissertation aims to explore the different approaches to the R&D&i economic impact assessment and propose a new approach for impact assessment considering both health and politics dimensions and business, allows to contribute to the Policy Maker early information that complement those required in this sector (clinical evidences, cost-effectiveness and funding schemes), in such a way that would add development criteria into the decision process.

So far, the impact of an innovation for the health sector has been analyzed from the clinical and political perspective. There are no studies that relate the economic value of innovation generated in this sector in terms of stimulus to the generation and maintenance of employment and wealth for the regional businesses. The research question is: *Is it possible to add an extra dimension to these studies of economic impact assessment, in a way that will provide additional information enabling policy makers to have alternatives to fund in addition to those innovations more cost-efficient in clinical terms, those that also generate more stimulus a generation of savings for the health system and wealth for the region?*

But there is still more, in an industry so regulated as the Health sector, requiring processes, evidence and results of an innovation on the population before incorporating it into its portfolio of services, the policy maker needs to take decisions in a very early stage of the development of innovation, when clinics evidences and cost-effectiveness analysis are not available. For this reason, the thesis moves in the use of models of shared agreements for the incorporation of innovations, and proposes a model of evaluation of the introduction of technological innovations in the sector.

However, since in health field, the methodological approaches are very well defined, different evaluation methodologies of impact assessment that have been developed in recent decades both public and private levels, have generated a multitude of approaches which do not characterize globally the effect as an innovation both internally in the organization that generates it, as in the surroundings of influence.

The differences in existing approaches in innovation impact assessment — at enterprise level—, force to refocus the research question, adapting it to the

casuistry of this business dimension, based on the experience of many examples of evaluation whose implementation has not provided the desired results. Therefore, it is proposed the use of an Input-Output model to characterize the direct, indirect and induced effects of innovation of an enterprise, supplemented by a qualitative analysis based on five impact areas where innovation has effects in a company.

To resolve this research question, the dissertation includes an empirical test in the analysis of the introduction of an innovation in the health sector, in particular a mobile application for the management and improvement of information on circulatory diseases (public and social environment), and the innovation project that gives rise to such mobile application (business), specifically a sequential triangulation formed by a study of a multicase composed by two separate cases, which separately answer the corresponding questions of assessment and that, globally, respond to the central question analysis of the dissertation.

In conclusion, the contribution of this dissertation to scientific knowledge is based on provide a method that allows to characterize the economic impact (beyond the results obtained) that the development of an R&D&i project and its results, have in the health sector from both business and political perspective. Also offers a method that provides early information to the political decision-maker that adds value at the time of the decision about what innovations receive or not funding - based not only on criteria of efficiency and economic, but savings in the health system, generation and maintenance of employment, income for the public system and, what is more important, stimulation of the business grid of the region.

This research, demonstrates that it is possible to provide a complementary approach to the usual way for decision-making, in the innovation funding process in health sector.

# Agradecimientos

*Sentir gratitud y no expresarla  
es como envolver un regalo y no darlo.*

William Arthur Ward

Una de las primeras lecciones que uno aprende cuando intenta enfrentarse a cualquier problema, es que difícilmente consigue solventarlo solo y sin ayuda. Todos los grandes logros de la humanidad han sido conseguidos gracias al esfuerzo conjunto de mucha gente. Esta tesis doctoral, no lo es menos.

Han sido muchas las personas que, de forma directa o indirecta, han puesto su granito de arena para que después de un largo camino de investigación, se hayan podido escribir estas páginas. Por ello, os quiero dar las gracias a todos, pero especialmente:

A mis padres y hermanos, por dármelo todo. Por sus ánimos, cariño y constante apoyo, hayan ido bien o mal las cosas. Ellos siempre han confiado en mí. Estoy muy orgulloso de vosotros.

A Merce, por hacerme ser mejor persona cada día, por sus ánimos, amor, apoyo incondicional y por darme el mejor regalo de este mundo: Daniela. Gracias cariño, esta también es tu tesis.

A Daniela, el motor de mi vida y la verdadera razón de emprender esta tesis. Persigue siempre tus sueños y jamás dejes nada a medias.

A mis tutores Miguel e Isabel, por vuestra ayuda y apoyo en los momentos de desarrollo de la tesis.

A Mahillo (maestro del L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X), Andrés, Maria José, Carmina, Pepe,

---

José Antonio, Laura, Jesús y tantas personas que me habéis ayudado. Todos habéis hecho posible que este proyecto haya salido adelante y llegado a buen puerto.

A pesar de que hace ya dos años que se ha ido, quiero recordar y dar las gracias a Álvaro, por su amistad y por tantos buenos momentos vividos. Deseo que allá donde estés, hayas encontrado la paz que tanto anhelabas y merecías.

A todos, muchas gracias.

# Índice general

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
Motivación . . . . .	3
Antecedentes . . . . .	7
Objetivos . . . . .	13
Metodología de investigación . . . . .	20
Organización de la memoria . . . . .	23
<b>1. La innovación, marco de análisis e importancia económica</b>	<b>29</b>
1.1. Definición de innovación . . . . .	31
1.2. Marco regulatorio de la innovación . . . . .	36
1.3. Marco estadístico de la innovación . . . . .	40
1.4. La importancia de la innovación en el crecimiento económico . . . . .	49
1.5. Conclusiones . . . . .	50
<b>2. Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación</b>	<b>55</b>
2.1. Introducción . . . . .	55
2.2. Antecedentes históricos . . . . .	57
2.3. Caracterización de los Sistemas Nacionales de Innovación . . . . .	59
2.4. Sistemas Regionales de Innovación . . . . .	72

2.5. Conclusiones . . . . .	75
<b>3. Bases conceptuales y metodológicas de la Evaluación de Im-</b>	
<b>pacto</b>	<b>77</b>
3.1. La evaluación de la ciencia en España . . . . .	78
3.2. La evaluación de impacto: conceptos y modelos . . . . .	80
3.2.1. El sentido de la evaluación. . . . .	81
3.2.2. Conceptos básicos . . . . .	82
3.3. Evaluación socioeconómica de la I+D+i . . . . .	92
3.3.1. Introducción . . . . .	92
3.3.2. ¿Para quien evaluar? . . . . .	97
3.3.3. ¿Por qué evaluar? . . . . .	98
3.3.4. Tipología de instrumentos de I+D e innovación a evaluar	100
3.3.5. Momentos de la evaluación . . . . .	101
3.3.6. Dimensión temporal de la evaluación . . . . .	102
3.3.7. Barreras a la evaluación . . . . .	104
3.3.8. Dificultades específicas de la evaluación de impacto . . .	107
3.4. Metodologías de evaluación socioeconómica de la I+D+i . . . .	112
3.4.1. Ámbito Público . . . . .	119
3.4.2. Puertos y autoridades portuarias . . . . .	129
3.4.3. Proyectos de Evaluación de Políticas Públicas . . . . .	131
3.4.4. Proyectos promovidos por la Comisión Europea. . . . .	136
3.4.5. Ámbito Privado . . . . .	160
3.5. Conclusiones . . . . .	165
3.5.1. Conclusiones generales . . . . .	166

---

3.5.2. Conclusiones específicas . . . . .	174
<b>4. Métodos de evaluación económica en el sector sanitario</b>	<b>177</b>
4.1. Introducción . . . . .	178
4.2. Técnicas de evaluación económica . . . . .	181
4.2.1. Análisis de minimización de costes . . . . .	181
4.2.2. Análisis Coste-Utilidad . . . . .	182
4.2.3. Análisis Coste-Efectividad . . . . .	185
4.2.4. Análisis Coste-Beneficio . . . . .	186
4.3. La medida de los costes en estudios de evaluación económica. . .	187
4.4. Fases de una evaluación económica. . . . .	192
4.5. Requisitos del análisis de impacto presupuestario en Sanidad . .	195
4.6. Modelos farmacoeconómicos determinísticos y estocásticos. . . .	197
4.7. Modelización de escenarios . . . . .	199
4.8. Modelos de Markov. . . . .	201
4.8.1. Definición . . . . .	201
4.8.2. Tipos de Modelos de Markov . . . . .	203
4.8.3. Aplicaciones del modelo a problemas sanitarios . . . . .	204
4.8.4. Ventajas e inconvenientes de los modelos de Markov . . .	205
4.9. Esquemas de introducción de innovaciones en sanidad . . . . .	206
4.9.1. Los Acuerdos de Riesgo Compartido . . . . .	208
4.9.2. Cobertura basada en Búsqueda de Evidencias . . . . .	208
4.10. Conclusiones . . . . .	209

<b>5. Métodos</b>	<b>213</b>
5.1. Introducción . . . . .	214
5.2. Caracterización de la muestra . . . . .	220
5.3. Herramientas de análisis . . . . .	224
5.4. Impacto desde el ámbito empresarial . . . . .	227
5.4.1. Desarrollo de la dimensión cuantitativa . . . . .	230
5.4.2. Desarrollo de la dimensión cualitativa . . . . .	253
5.4.3. Articulación de ambas dimensiones de la evaluación. . . . .	258
5.5. Impacto desde el ámbito Político . . . . .	261
 <b>6. Aplicación a un caso real</b>	 <b>267</b>
6.1. Introducción . . . . .	268
6.2. El caso de estudio global INNPACTA . . . . .	271
6.2.1. Análisis del caso INNPACTA - 1 . . . . .	273
6.2.2. Análisis del caso INNPACTA - 2 . . . . .	285
6.3. Resultados del multicaso INNPACTA . . . . .	296
6.4. Conclusiones . . . . .	299
 <b>7. Conclusiones y trabajo futuro</b>	 <b>303</b>
7.1. Un recorrido por el trabajo realizado en esta tesis . . . . .	303
7.2. Contribuciones de la tesis . . . . .	308
7.2.1. Caracterización de las áreas de impacto en una organización . . . . .	308
7.2.2. Modelo de evaluación del impacto de la I+D+i en una organización y en la economía . . . . .	310

7.2.3. Modelo de valorización de una tecnología en el ámbito sanitario . . . . .	311
7.2.4. Modelo de evaluación del impacto de innovación en el ámbito sanitario . . . . .	312
7.3. Trabajo futuro . . . . .	313
<b>Bibliografía</b>	<b>317</b>
<b>Apéndices</b>	<b>333</b>
<b>A. Publicaciones a las que ha dado lugar la realización de la Tesis</b>	
<b>Doctoral</b>	<b>335</b>
A.1. Revistas internacionales indexadas en el Journal Citation Report	335
A.2. Jornadas y seminarios . . . . .	336
A.3. Aplicación de la metodología a proyectos empresariales . . . . .	338
<b>B. Listado de Acrónimos</b>	<b>339</b>
<b>C. Cuestionario utilizado para el análisis de impacto cualitativo</b>	<b>345</b>
<b>D. Modelo de valorización de una tecnología</b>	<b>355</b>



# Índice de figuras

1.	Retos del Sistema Sanitario Español. . . . .	5
2.	Índice de crecimiento medio anual del gasto sanitario. . . . .	9
3.	Síntesis general de la tesis. . . . .	14
4.	Fases de la metodología de investigación . . . . .	21
5.	Estructura de la Tesis Doctoral. . . . .	24
1.1.	Tipos de Innovación . . . . .	32
1.2.	La innovación como proceso . . . . .	35
1.3.	Marco conceptual del Global Innovation Index . . . . .	44
2.1.	Agentes que participan en el proceso de Innovación en la empresa. . . . .	61
2.2.	Agentes que conforman el Sistema Nacional de Innovación . . . . .	67
3.1.	Tipologías de evaluación de actuaciones políticas. . . . .	85
3.2.	Procesos de una intervención y criterios de evaluación . . . . .	93
3.3.	Roles involucrados en el proceso de evaluación de la innovación . . . . .	97
3.4.	Clasificación de los instrumentos de la política de I+D+i . . . . .	101
3.5.	Ciclo de evaluación y metodología . . . . .	101
3.6.	Desfase temporal de la evaluación de impacto. . . . .	103
3.7.	Fases de análisis de la metodología STARMETRICS. . . . .	121

3.8. Objetivos de la evaluación Plan Nacional de I+D+i 2004-2007 . . . . .	134
3.9. Fases de la metodología del proyecto ARISE . . . . .	140
3.10. Niveles de análisis de la metodología del proyecto EMERIPA . . . . .	142
3.11. Etapas de aplicación de la metodología del proyecto EUROCOOP	143
3.12. Matrices del proceso de evaluación del proyecto IMPACTSCAN	149
3.13. Visión holística del proceso de evaluación de la herramienta IM- PACTSCAN . . . . .	150
3.14. Visión holística del proceso de evaluación de MERIPA . . . . .	153
3.15. Implementación de la metodología MERIPA . . . . .	154
3.16. Implementación de la metodología MERIPA . . . . .	156
3.17. Descripción metodológica de la aproximación del Banco Mundial.	161
3.18. Comparativa de las diferentes sistemáticas de evaluación de im- pacto analizadas . . . . .	169
3.19. Síntesis de las diferentes sistemáticas de evaluación de impacto analizadas . . . . .	173
4.1. Clasificación de los costes según su naturaleza . . . . .	189
4.2. Clasificación de los costes según su variabilidad . . . . .	190
4.3. Etapas de un estudio de evaluación económica. . . . .	192
4.4. Redefinición del análisis del impacto presupuestario en sanidad .	195
4.5. Posibles representaciones gráficas de los modelos de Markov . . .	204
4.6. Esquema de acuerdos de riesgo compartido en sanidad. . . . .	207
5.1. Visión del proceso de evaluación de impacto propuesto. . . . .	219
5.2. Ejemplo de un escenario modelado a través de TreeAge Pro. . . . .	225
5.3. Ejemplo de un análisis de sensibilidad tipo determinista. . . . .	226

5.4. Ejemplo de un análisis de sensibilidad tipo probabilístico. . . . .	227
5.5. Palancas de innovación en la empresa . . . . .	229
5.6. Estructura de la Tabla <i>Input-Output</i> . . . . .	235
5.7. Estimación de los grupos de gasto. . . . .	245
5.8. Fases de análisis del modelo de evaluación cuantitativo. . . . .	246
5.9. Fases del proceso de innovación. . . . .	253
5.10. Cálculo del impacto presupuestario de acuerdo al modelo desarrollado. . . . .	262
6.1. Descripción del multicaso de estudio INNPACTA. . . . .	270
6.2. Triángulo de impactos de la metodología desarrollada. . . . .	274
6.3. Diagrama de estados del Modelo de Markov adaptado. . . . .	278
6.4. Dimensiones del análisis de impacto del proyecto. . . . .	286
6.5. Retornos a la Hacienda Pública del proyecto. . . . .	290
6.6. Impacto cualitativo del proyecto en la organización. . . . .	291
6.7. Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Cultura. . . . .	292
6.8. Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Gestión. . . . .	292
6.9. Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Estrategia. . . . .	293
6.10. Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Resultados. . . . .	295
6.11. Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Relaciones con terceros. . . . .	296
6.12. Impacto cuantitativo del proyecto. . . . .	298
7.1. Áreas de impacto cualitativo seleccionadas. . . . .	309
7.2. Proceso de evaluación de la I+D+i en el ámbito sanitario. . . . .	313
D.1. Modelo de evaluación en excel. . . . .	356



# Índice de tablas

1.	Desglose del gasto público sanitario por categorías . . . . .	10
1.1.	Marco normativo de innovación en las Comunidades Autónomas	41
1.2.	Estadísticas sobre innovación publicadas en España por organismos públicos. . . . .	48
2.1.	Tipología de las estructuras de interfaz. Fuente: Elaboración propia . . . . .	63
3.1.	Conflicto entre el gestor y el evaluador. . . . .	106
3.2.	Ámbitos de impacto habituales en metodologías de evaluación . . . . .	111
3.3.	Tipología de las diferentes metodologías de impacto de la I+D+i	118
3.4.	Indicadores contenidos en la metodología de Technology Group . . . . .	126
3.5.	Indicadores empleados para medir los beneficios generados con el proyecto . . . . .	127
3.6.	Pilotos de evaluación de impacto considerados en el análisis . . . . .	137
3.7.	Ámbitos de impacto de la metodología EMERIPA . . . . .	142
3.8.	Indicadores para el análisis de rentabilidad. . . . .	164
3.9.	Indicadores para la medición de la I+D+i en empresas. . . . .	165
3.10.	Ámbitos de impacto establecidos en las metodologías analizadas	172
4.1.	Características de las técnicas de evaluación económica. . . . .	180

5.1. Caracterización demográficas clínicas de los pacientes de IC. . . . .	224
5.2. Resumen de la agregación sectorial. . . . .	243
5.3. Índice de Precios al Consumo (IPC). Medias anuales. . . . .	247
5.4. Desglose de la cesta de la compra en sectores productivos. . . . .	250
6.1. Caracterización de la Insuficiencia Cardiaca en Castilla y León . . . . .	275
6.2. Caracterización demográficas clínicas de los pacientes con insuficiencia cardiaca crónica . . . . .	276
6.3. Caracterización demográficas clínicas de los pacientes con insuficiencia cardiaca crónica . . . . .	279
6.4. Costes asociados al desarrollo de la aplicación CardioManager. . . . .	280
6.5. Costes asociados al desarrollo de la aplicación CardioManager. . . . .	281
6.6. Costes asociados a los diferentes estados de salud del Modelo de Markov. . . . .	284
6.7. Impacto económico ex-ante de la introducción de CardioManager. . . . .	285
6.8. Aportación al PIB del proyecto. . . . .	288
6.9. Creación y mantenimiento de empleo en el proyecto. . . . .	289

# Introducción

*“...aquí, como ves, hace falta correr todo cuanto una pueda  
para permanecer en el mismo sitio.*

*Si se quiere llegar a otra parte,  
hay que correr por lo menos dos veces más rápido”.*

A través del espejo y lo que Alicia encontró al otro lado.

Lewis Carrol

La Tesis que se presenta está encuadrada en el ámbito de la innovación. Sin embargo, el concepto de innovación ha sido tantas veces definido que se ha tornado difuso recientemente. Tradicionalmente, la innovación se ha ligado de forma exclusiva a las novedades tecnológicas, procedentes de esfuerzos puntuales y cuyo éxito viene determinado principalmente por el azar. Estas afirmaciones carecen de sentido en el contexto actual, donde la innovación es una condición *sine qua non* para la competitividad de las organizaciones, tanto públicas como privadas.

**La innovación puede ser definida como *la explotación exitosa de un cambio o idea aplicada a un proceso, producto o servicio*** [OCD08]. Esta definición permite ampliar los horizontes de la innovación exclusivamente “tecnológica”, considerando la tecnología un medio más que un fin, e incluyendo modelos de negocio, productos y servicios, procesos, modelos de organización, o incluso modelos de relación que generen valor para las organizaciones.

El profesor Luis Gámir define el proceso de cambio tecnológico como la aplicación del conocimiento al sistema económico general y productivo en particular [Gam07]. Así, la velocidad de aplicación del conocimiento al proceso

productivo, es la clave del crecimiento sostenido a medio y largo plazo, sea este conocimiento generado o adquirido. En el marco de una economía global, el avance económico de un país o región y el bienestar social de sus ciudadanos, depende cada vez más de la capacidad para aplicar el conocimiento para mejorar la competitividad y la calidad de vida, principalmente a través de sus empresas e instituciones.

En este sentido, la Comisión Europea [EU01] considera que las políticas orientadas a dinamizar los sistemas de innovación se han revelado como el enfoque más eficiente para la generación de innovación de valor de forma recurrente, y para proyectar hacia el futuro de una forma sostenible a los países.

Para el desarrollo de la presente Tesis Doctoral, se profundiza en el entorno actual y el papel que juega en él la innovación, de forma que se **reinterpreta la actividad de innovar**.

- **Innovación en sentido amplio.** Desde nuestra experiencia, la actividad de innovar no debe quedar limitada a un departamento de I+D+i o a la adquisición de nuevas tecnologías, sino que es **responsabilidad de todas las áreas de una organización**, no sólo del departamento de innovación<sup>1</sup>.
- **Innovación alineada con los objetivos del negocio.** Innovar no es un fin en sí mismo. La innovación debe enfocarse en **generar valor**, es decir, servicios para el ciudadano (desde el lado del sector público), y beneficios, relaciones, mercado, etc. para las organizaciones privadas. Es fundamental entender los objetivos de la organización para poner la innovación al servicio de la mejora organizacional.
- **Innovación sistematizada y abierta** dentro de la organización. La innovación pasa a ser una actividad del día a día en la que todos participan. Para ello, es imprescindible imponer una gestión por proyectos, de forma análoga a una cuenta de resultados.

**La actividad de innovar puede (y debe) afectar a todos los ámbitos de las organizaciones.** De hecho, según la 3.<sup>a</sup> Edición del Manual de

---

<sup>1</sup>En caso de existir, dado que en la gran mayoría de organizaciones públicas y privadas, no existe.

Oslo de la Comisión Europea y la OCDE [EU01, OCD08], podemos considerar como innovación todo cambio significativo cuya aplicación suponga una mejora en el resultado de la organización (bien sean beneficios, calidad, imagen frente al cliente, relación con los *stakeholders*<sup>2</sup>, etc.).

La importancia de la innovación como palanca de aumento de competitividad y generación de valor para una organización, requiere de instrumentos capaces de mostrar los resultados a los responsables políticos y empresariales no sólo en el momento del diseño de una actividad, programa, proyecto o política pública, sino también durante su ejecución, y una vez finalizada la misma. Únicamente de esta forma, será posible determinar y alinear las actuaciones con los requerimientos de un territorio u organización a lo largo del tiempo, maximizando los resultados obtenidos y minimizando los errores de enfoque.

## Motivación

El sector sanitario es uno de los principales sectores productivos de la economía española [BFG<sup>+</sup>09]. Sólomente el sector público representa más de un 5% del PIB, da empleo a más de 1 millón de personas y gestiona un presupuesto de más de 60.000 millones de euros — una cantidad similar al total del gasto público en países como Irlanda o Portugal—. En España, su peso sobre el presupuesto de las autonomías supone aproximadamente 4 veces más que el correspondiente a infraestructuras. [BFG<sup>+</sup>09]. La vertiginosa irrupción de las TIC en el ámbito sanitario, el nuevo marco de relación con los profesionales médicos, proveedores y el contexto de crisis económica actual (que deriva en la obligación de hacer más con menos y de ser muy eficiente en la gestión y los resultados), conducen a los retos del sistema que muestra la Figura 1. Además, la creciente demanda de servicios sanitarios en los próximos años habrá aumentado considerablemente:

---

<sup>2</sup>*Stakeholder* es un término inglés utilizado por primera vez por R.E. Freeman en su obra: “*Strategic Management: A Stakeholder Approach*” [Fre84b], para referirse a “quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa”. Estos grupos son los públicos interesados o el entorno interesado (“*Stakeholders*”), que según Freeman deben ser considerados como un elemento esencial en la planificación estratégica de los negocios.

- El 20 % de los españoles tendrá más de 65 años, lo que supone que más de 10 millones de personas tendrán un coste sanitario entre y 4 y 12 veces superior al resto de la población. [BFG<sup>+</sup>09, INE14]
- El 60 % de los españoles padecerá una enfermedad crónica, lo que incrementará de forma importante los recursos destinados a estos pacientes, que suman más del 70 % del total del gasto sanitario en la actualidad. [OMS13]
- Además, los nuevos tratamientos y tecnologías (avances en genética molecular, cirugías menos invasivas, medicina personalizada, etc.) habrán fomentado una mayor demanda, al hacer posibles nuevas intervenciones y tratamientos.

La innovación en el ámbito sanitario es, sin duda alguna, necesaria y deseable, pero plantea retos importantes para los gestores, abordados en la actualidad desde una doble perspectiva: **a) La optimización del coste - efectividad del tratamiento a incorporar** y **b) El establecimiento de mecanismos adecuados para su financiación.**

Es en este último punto, la financiación, donde el decisor político encuentra mayores problemas. Además del contexto actual de crisis económica que requiere “*hacer más con menos*”, la progresiva disminución del presupuesto sanitario obliga a que en muchas ocasiones, la financiación de una innovación sanitaria se acometa mediante los recortes de otro servicio o prestación sanitaria. Por ello, conocer el impacto que una innovación tendrá no sólo en la prestación del servicio a los beneficiarios, sino también en términos de ahorros para el sistema — y generación de valor y riqueza para la región donde se produce —, es de suma importancia para la sostenibilidad del sistema.

Por ello, la justificación de llevar a cabo esta tesis está sustentada en los siguientes motivos:

- Los análisis de coste-utilidad y coste-efectividad por sí solos no responden a las siguientes preguntas: ¿Puede el *Policy Maker* dar cobertura a sus beneficiarios? ¿Se disponen recursos suficientes para afrontar la carga financiera de esta innovación?. En este aspecto, en un escenario de

La cronificación de las enfermedades es un fenómeno que se ha acentuado en los últimos años motivado, entre otras causas, por el envejecimiento de la población y por los avances médicos que han disminuido la mortalidad de multitud de patologías

La transformación de los sistemas de salud orientados, en la actualidad, a la enfermedades “agudas” hacia una atención integral del paciente crónico va a suponer una mejora sustancial de la calidad de la asistencia, además de un driver de eficiencia en costes considerable ya que en estos momentos se estima que suponen un 70-80% del coste total

#### RETO 1. LA ATENCIÓN AL PACIENTE CRÓNICO

La transformación del sector salud en los últimos 10 años ha sido muy importante, a nivel recursos, de tecnologías, terapias, nuevos modelos asistenciales, colaboración público privada, ..., lo que se ha mantenido casi invariable ha sido el paradigma de relación con los profesionales, el cual no incentiva la mejora.

Los profesionales son la base de la asistencia, representando el 50% del gasto e induciendo hasta el 80% restante, lo que deriva en la necesidad de establecer nuevos modelos de relación y compensación que contribuyan a la sostenibilidad del sistema a través del compromiso con la eficiencia y la calidad.

#### RETO 2. NUEVO MARCO DE RELACIÓN CON LOS PROFESIONALES MÉDICOS

La necesidad de nuevas fuentes de financiación y el compromiso con la sostenibilidad, han supuesto que el modelo relacional clásico entre los dos ámbitos, proveedor y comprador haya cambiado, pasando el primero a ser un prestador de servicios al segundo o incluso un colaborador en la gestión y prestación de servicios con el fin de optimizar recursos y mejorar la calidad de la asistencia. Por otro lado, los objetivos de eficiencia y calidad han derivado en cambio en el paradigma habitual de interrelación entre las funciones de compra, financiación y evaluación de proveedores de Sistemas Públicos de salud

#### RETO 3. NUEVO MARCO DE RELACIÓN CON LOS PROVEEDORES

El gasto sanitario ha crecido durante el periodo 2000-2009 por encima del 8% anual, derivado del envejecimiento de la población, del cambio de los estilos de vida, el *empowered patient*, los avances científicos y tecnológicos y la mayor implantación de las tecnologías de la información. Esto ha provocado un problema de sostenibilidad del sistema en el periodo de crisis económica que estamos viviendo que ha hecho necesario establecer estrategias de contención del gasto que afectan a toda la cadena de valor de la asistencia sanitaria.

#### RETO 4. LA OBLIGACIÓN DE HACER MÁS CON MENOS

Uno de los grandes retos de nuestra época en el ámbito de la Salud es conocer de primera mano el impacto y los resultados de las medidas que se diseñan y se ponen en marcha no solo a nivel de negocio sino también a nivel IT.

El establecer una cultura de evaluación y monitorización avalará la toma de decisiones adecuadas por parte de los responsables públicos, e impulsará el papel del paciente-cliente, ayudando a mejorar la eficiencia del sistema y a una mejor asignación de los recursos económicos y humanos.

#### RETO 5. EL COMPROMISO CON LA GESTIÓN Y LOS RESULTADOS

Figura 1: Retos del Sistema Sanitario Español. Fuente: Elaboración propia.

reducción progresiva de los recursos y un avance vertiginoso de la tecnología, se hace necesario contar con un modelo de evaluación del impacto presupuestario de introducción de una tecnología que permita al *Policy Maker* disponer de información en los primeros estadios de desarrollo de la misma, para la ayuda a la toma de decisiones.

- Hasta este momento, el impacto de una innovación destinada al ámbito sanitario, se ha analizado desde la perspectiva clínica y política. No existen estudios que relacionen el valor económico de la innovación generada para este sector en términos de estímulos a la generación de empleo y riqueza para el tejido empresarial y social de un territorio.
- Siguiendo con el motivo anterior, los estudios realizados para la determinación del efecto de los incentivos a la I+D e I+D+i, se limitan a estudios globales mediante estadísticas y series temporales [Lim05], no se han realizado ninguno a nivel micro de proyecto, y tampoco siguiendo la metodología de multiplicadores lineales (Tablas Input / Output).
- Los estudios de evaluación de impacto de la innovación que existen en la actualidad no reflejan el efecto que ha producido la ejecución de un proyecto en la propia organización y su entorno más cercano, únicamente se centran en la contribución al cumplimiento de objetivos globales y políticos, no empresariales.

Para alcanzar los objetivos planteados, tanto la construcción del modelo de multiplicadores como el análisis del impacto del incentivo recibido por empresas para la ejecución de proyectos de I+D e I+D+i hay que enfrentarse a una restricción importante: **la disponibilidad de datos**. La falta de información puede ser un problema importante a la hora de realizar análisis empíricos.

Las fuentes principales de datos para la presente tesis doctoral serán el Ministerio de Salud, Política Social e Igualdad, así como el Instituto Nacional de Estadística [INE14, INE]. En cuanto a los datos necesarios para llevar a cabo el proceso de evaluación, se recurre a entrevistas personales con los responsables del proyecto de innovación que genera la aplicación móvil objeto de análisis<sup>3</sup>,

---

<sup>3</sup>Proyecto INNPACTO IPT-2011-1721-430000 del Ministerio de Ciencia e Innovación

así como información procedente de las cuentas anuales de las empresas. Para el Marco Input / Output de Castilla y León (Comunidad Autónoma donde se ejecuta el proyecto de innovación a analizar), se utiliza como fuente de información la Junta de Castilla y León.

## Antecedentes

Las ventajas reconocidas de la innovación para incrementar la competitividad de empresas y territorios, así como para contribuir a mejorar las condiciones ambientales y sociales le han otorgado un lugar central en los debates científicos y políticos. Ello viene a explicar el interés creciente por medir la posición que detenta cada territorio respecto a su desempeño innovador [Gon10]. Sumado a esto, la inversión en la promoción de la innovación realizada en la última década, demandan tener una medida del impacto que ha tenido la innovación en la sociedad.

Es más, en los últimos años, promovido por el creciente interés de caracterizar el impacto que la innovación tiene sobre la economía, instituciones públicas y privadas han llevado a cabo ejercicios de evaluación del impacto, proponiendo indicadores que, con mayor o menor acierto, intentan conocer los procesos innovadores que ocurren en un territorio [Gon10, Rom05]. Organizaciones como la OCDE han incorporado recientemente nuevos enfoques de medición de la innovación, insistiendo y profundizando en aspectos considerados ya tradicionalmente — caso de los recursos humanos, origen de la financiación o características de las empresas innovadoras — y añadiendo otros nuevos — como la colaboración y cooperación en esta materia o las infraestructuras de apoyo a la misma — [OCD08]. Junto a ello, se ha adoptado una perspectiva más amplia, incluyéndose indicadores relacionados con la innovación y las principales problemáticas a nivel global como son: la salud, el medio ambiente y, dentro del mismo, el cambio climático. [OCD08]

A tenor de lo señalado parece, pues, que las estadísticas más al uso presentan limitaciones importantes que las convierten en inadecuadas para estudiar la innovación entendida en sentido amplio. Para ello, hay que utilizar no sólo indicadores que se refieran al sistema productivo, sino también otros que pongan en

relación a éste con su entorno, incorporando información sobre las estructuras socioeconómicas e institucionales [KVMB02, ACM<sup>+</sup>02, Smi07, Gon10].

En el caso de la evaluación del impacto en el tejido empresarial, nuestra aproximación a este campo se basa en un enfoque situado en los modelos Input-Output [Leo51]. Modelos que tienen la cualidad de captar los efectos de retroalimentación que se producen en el entramado productivo de una economía tras una perturbación exógena de la demanda (ya sea aumento o disminución del gasto). Estos efectos de retroalimentación son los llamados efectos indirectos que se calculan mediante multiplicadores y se pueden obtener a partir del Marco Input-Output. Estos modelos infravaloran el efecto total que produce una variación exógena en la demanda de cualquier rama de actividad sobre el conjunto de la economía. Esto es debido a que los efectos no se agotan en la demanda intermedia, sino que también afectan a la renta de las empresas y de los hogares, lo que provoca variaciones en el consumo y en la inversión, lo cual inicia un nuevo ciclo de efectos introducidos. Una de las razones por las que el este tipo de modelos ofrecen buenas perspectivas para la investigación, es su mayor facilidad para responder cuestiones económicas importantes para el desarrollo económico regional, al caracterizar las diferentes partidas de gasto que genera un proyecto de innovación, con independencia del esquema de financiación utilizado<sup>4</sup>, así como la obtención de agregados macroeconómicos como PIB, empleo, etc. que dan indicación del desarrollo de la economía considerada. De manera adicional, este enfoque posibilita ampliar el análisis para caracterizar la evolución de la empresa que desarrolla la innovación.

Así pues, podemos decir que el impacto que produce la innovación en el ámbito empresarial, puede ser caracterizado mediante un modelo Input-Output, pudiendo, a partir de este modelo de análisis, adicionar indicadores que permitan obtener el impacto que la innovación tiene tanto en una economía, una empresa y un sector en concreto.

El ámbito de la salud constituye uno de los sectores económicos donde mayor inversión se realiza en investigación y desarrollo, y donde se genera e introduce más innovación [OPT12]. Con un escenario de crisis económica global,

---

<sup>4</sup>es posible utilizar para el análisis tanto las tablas Input-Output nacionales como las regionales, en función de la disponibilidad de las mismas.

según diversos estudios, si las previsiones de crecimiento económico de la economía realizadas por el FMI (Fondo Monetario Internacional) son correctas, ninguna comunidad autónoma tiene garantizada a medio plazo la sostenibilidad financiera del sistema sanitario público (entendida esta como la evolución acompañada de las dinámicas de gasto sanitario público e ingreso público). El crecimiento medio anual del gasto sanitario público español esperado para el periodo 2013-2016 en ausencia de reformas que modifiquen significativamente la tendencia de crecimiento observada en los años previos, se estima en el 4,4%, aunque hay una notable variabilidad entre comunidades autónomas (ver Figura 2) [ASM<sup>+</sup>13]. Según el Ministerio de Salud, Política Social e Igualdad

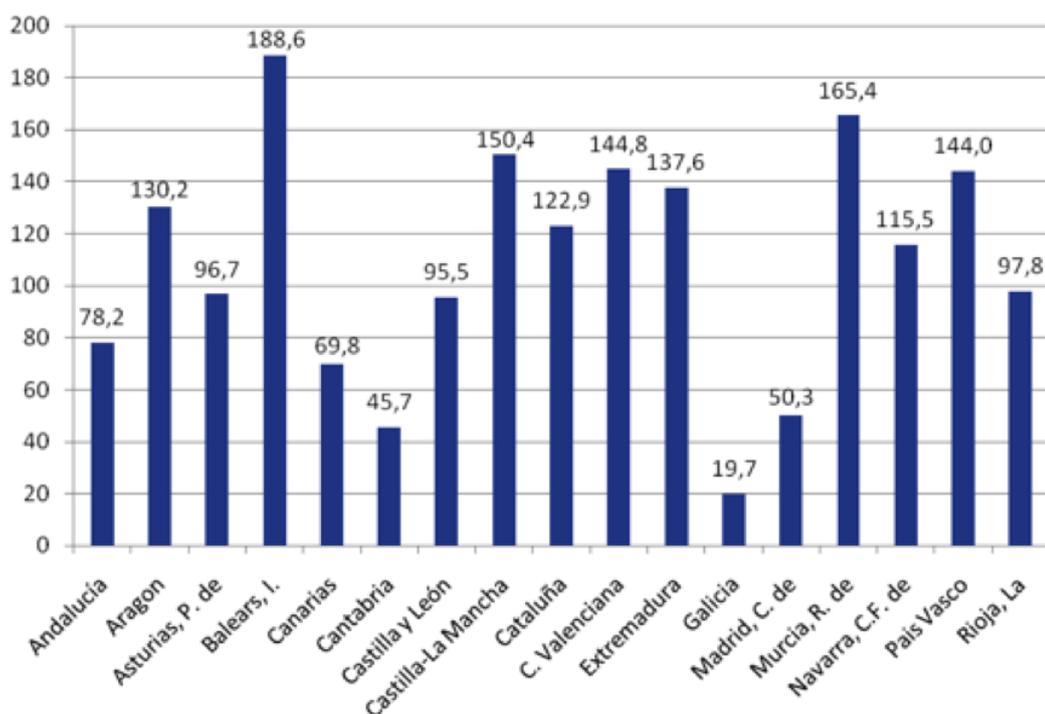


Figura 2: Índice del crecimiento medio anual predicho del gasto sanitario total por CC.AA. en ausencia de reformas 2013-2016. Fuente: [ASM<sup>+</sup>13].

de España, el nivel de gasto público del país en el año 2011 fue de casi 68.000 millones de euros. Entre 1991 y 2010 el gasto sanitario público en España ha crecido a un ritmo anual nada desdeñable, situándose en términos nominales por encima del 7% a lo largo del periodo (ver Figura 2).

	2007	2008	2009	2010	2011
Servicios hospitalarios y especializados	32.612	37.018	39.132	38.743	39.493
Servicios primarios de salud	9.429	10.456	10.831	10.651	10.217
Servicios de salud pública	839	784	1.158	761	750
Servicios colectivos de salud	1.828	1.907	2.074	2.058	2.086
Farmacia	11.884	12.690	13.415	13.381	12.237
Traslado, prótesis y aparatos terapéuticos	1.081	1.230	1.298	1.351	1.332
Gasto de capital	2.638	2.833	2.557	2.183	1.512
<b>Total consolidado</b>	<b>60.310</b>	<b>66.918</b>	<b>70.464</b>	<b>69.128</b>	<b>67.626</b>

Tabla 1: Desglose del gasto público sanitario por categorías. Fuente: Ministerio de Salud, Política social e Igualdad.

Tanto en términos del PIB como si se observa el gasto por habitante, hay una notable dispersión entre comunidades autónomas. En el primer caso, las regiones que presentan un mayor gasto son las que tienen un menor nivel de desarrollo, debido a que su PIB es inferior. Ahora bien, la dispersión entre comunidades en gasto por habitante también es importante y se mantiene incluso después de ajustar los niveles de gasto por las diferentes necesidades relativas derivadas de la estructura poblacional (por sexo y edad) de cada territorio<sup>5</sup>.

Así mismo, la Tabla 1 desglosa el coste sanitario en las principales partidas que lo conforman (Gastos de Personal, Servicios Hospitalarios y especializados, traslados, prótesis y aplicaciones terapéuticas, servicios colectivos de salud y servicios de salud pública).

El vertiginoso desarrollo de las TIC están posibilitando y configurando un paciente más informado que quiere participar activamente de las decisiones que le afectan, y sin embargo, la extensa regulación aplicable no sólo a los profesionales y a la fabricación y comercialización de productos, sino también a las organizaciones en las que estos servicios se proveen, condiciona en gran medida la incorporación de innovaciones para el desarrollo del sector.

<sup>5</sup>En el caso de Castilla y León, las cifras arrojan un PIB del 6,5% respecto del total de España y un gasto por habitante de 1.413 euros. [ASM<sup>+</sup>13]

Los enfoques de evaluación del impacto económico de la innovación tecnológica en sanidad han estado vinculados tradicionalmente a estudios de coste-efectividad donde se trata de caracterizar una “tecnología eficiente” ó “coste - efectiva”. Como muestra [PSA08], estos estudios tratan de “escoger la intervención más efectiva para la cual el coste incremental por unidad de efectividad ganada es inferior al precio máximo que se quiere pagar”.

Así, el hecho de que el resultado de un proyecto de innovación (producto/servicio o proceso — en la elaboración de un producto — esté patentado, no significa necesariamente que pueda comercializarse, ya que su puesta en el mercado no sólo exige superar los requerimientos de las agencias que velan por la efectividad y seguridad de los fármacos y productos sanitarios, sino que deben ser la opción políticamente más “coste-eficiente” del conjunto disponible.

Sin embargo, en el sector sanitario, la mayor parte de los bienes y servicios que se “consumen” en los procesos asistenciales, corren a cargo de un tercer pagador que asume total o parcialmente el gasto. Por tanto, que un producto esté comercializado tampoco significa que sea reembolsable por parte de la aseguradora. Es precisamente la cobertura por parte de una aseguradora un elemento clave adicional en la adopción y difusión de las innovaciones. [OMR04, Pri02] Cada vez más, estas decisiones de incorporación de nuevas innovaciones a la cartera de servicios sanitaria están más asociadas a aspectos de coste-efectividad, asequibilidad y beneficio para el sistema sanitario en su conjunto.

Este hecho provoca que la introducción de una innovación (especialmente una innovación tecnológica) en este sector se enfrente a un doble dilema [PSA08]:

- Por un lado, el decisor político necesita tomar decisiones en etapas muy tempranas del desarrollo de la tecnología, cuando las evidencias clínicas de la misma y el análisis de coste - efectividad no está disponible o sólo se dispone de una evidencia limitada restringida a un grupo de control.
- Por otro lado, la regulación y legislación existente en materia de introducción de innovación en el sector sanitario requiere de procesos, evidencias y resultados, lo más concluyentes posible, del coste - efectividad y el coste - utilidad de la introducción de la innovación, sus resultados sobre la

población, y otros aspectos asociados.

Esta situación desemboca en la conocida Ley de Buxton de la evaluación tecnológica, [Cli04]:

*“It is always too early until, unfortunately, it’s suddenly too late<sup>6</sup>”.*

Pero aún hay un tercer dilema asociado a los anteriores, y es el derivado a la **sostenibilidad futura del sistema sanitario**. No sólo es necesario llevar a cabo estudios de impacto presupuestario junto con análisis de coste-efectividad o utilidad [GCPR<sup>+</sup>11] como requisito para evaluar la asequibilidad de las innovaciones (aunque en la práctica sólo unos pocos países las realizan, como Australia (2002), Bélgica (2002), Canadá (2003), Estados Unidos (2003), Francia (2005), Hungría (2002), Holanda (1999), Inglaterra (2004), Italia (2001), Israel (2004) y Polonia (2004) [GCPR<sup>+</sup>11], sino que es necesario complementar estos estudios con otros que permitan caracterizar, en términos de generación de valor para el sistema (mejora en la salud, ahorros en el sistema sanitario, mejora del tejido empresarial por el desarrollo de la innovación, etc.). En el caso de las innovaciones tecnológicas, incluso en etapas muy tempranas de su desarrollo, no puede considerarse como experimental o emergente [GCPR<sup>+</sup>11,BWW<sup>+</sup>06,HJ92,LFD<sup>+</sup>07]. Aún así, es necesario llevar a cabo un proceso controlado de recolección de evidencias para evitar la difusión de la innovación en etapas tempranas. Esta dualidad de *rapidez de introducción vs suficiente nivel de evidencias* es necesario para una correcta introducción de la innovación en el contexto real.

Esta dualidad ha derivado en el desarrollo en los últimos años, principalmente promovido por los centros de Medicare y Medicaid (CMD), de la iniciativa **Cobertura con el Desarrollo de Pruebas** (ó *Coverage with Evidence Development* — CED ) [HTH07,EORB10]. Esta iniciativa promueve la incorporación de innovación en el ámbito sanitario al reducir el estancamiento entre la innovación y la política de cobertura basadas en evidencias, ofreciendo una opción para la cobertura de prometedores medicamentos, productos biológicos, dispositivos, diagnósticos y procedimientos que de lo contrario no sería posible cubrir siguiendo las normas probatorias de Medicare por ser “razonable y

---

<sup>6</sup>Es siempre demasiado pronto hasta que, de repente, es demasiado tarde

necesario”. El requisito que introducen es que las innovaciones específicas a incorporar deben probarse en un ensayo clínico o registro donde participen los pacientes; es decir, en el marco de un estudio de investigación.

Hasta este punto hemos discutido el contexto de este trabajo, que se muestra en la Figura 3 a modo de síntesis en los razonamientos expresados en esta sección y las relaciones entre ellos. En ella, hemos agrupado los razonamientos y motivaciones principales en los siguientes apartados: modelo de evaluación de la introducción de una innovación tecnológica en el sector sanitario, evaluación del impacto de la innovación tecnológica desde el punto socioeconómico y empresarial, y las relaciones entre ellos, para obtener una medida del impacto global de la innovación en el sector sanitario.

Una vez expuesto el contexto y motivación de la tesis, la próxima sección detalla el objetivo principal de la misma, los objetivos específicos derivados de él, así como las contribuciones asociadas.

## Objetivos

Teniendo en cuenta las consideraciones y antecedentes expuestos en las secciones anteriores, el *objetivo general* de la tesis es “**proponer un método apoyado por ordenador permita obtener el impacto socio-económico de una innovación en el ámbito sanitario, desde la perspectiva empresarial y del *Policy Maker***”. Este método ha de permitir medir la innovación en un contexto real, es decir, tanto desde la vertiente de análisis de la innovación generada por una organización que desarrolla un proyecto de I+D+i, como desde el punto de vista de la introducción de una innovación tecnológica en el sector, caracterizando el impacto no sólo en términos de coste-utilidad, coste-eficiencia, y ahorros para el sistema, sino también en términos de aportación a la generación de beneficios económico-empresariales para la empresa u organización, y de generación de empleo y riqueza para la región donde la misma desarrolla su actividad.

Para conseguir alcanzar dicho objetivo general, es necesario llevar a cabo una serie de objetivos específicos que se resumen a continuación, junto con las

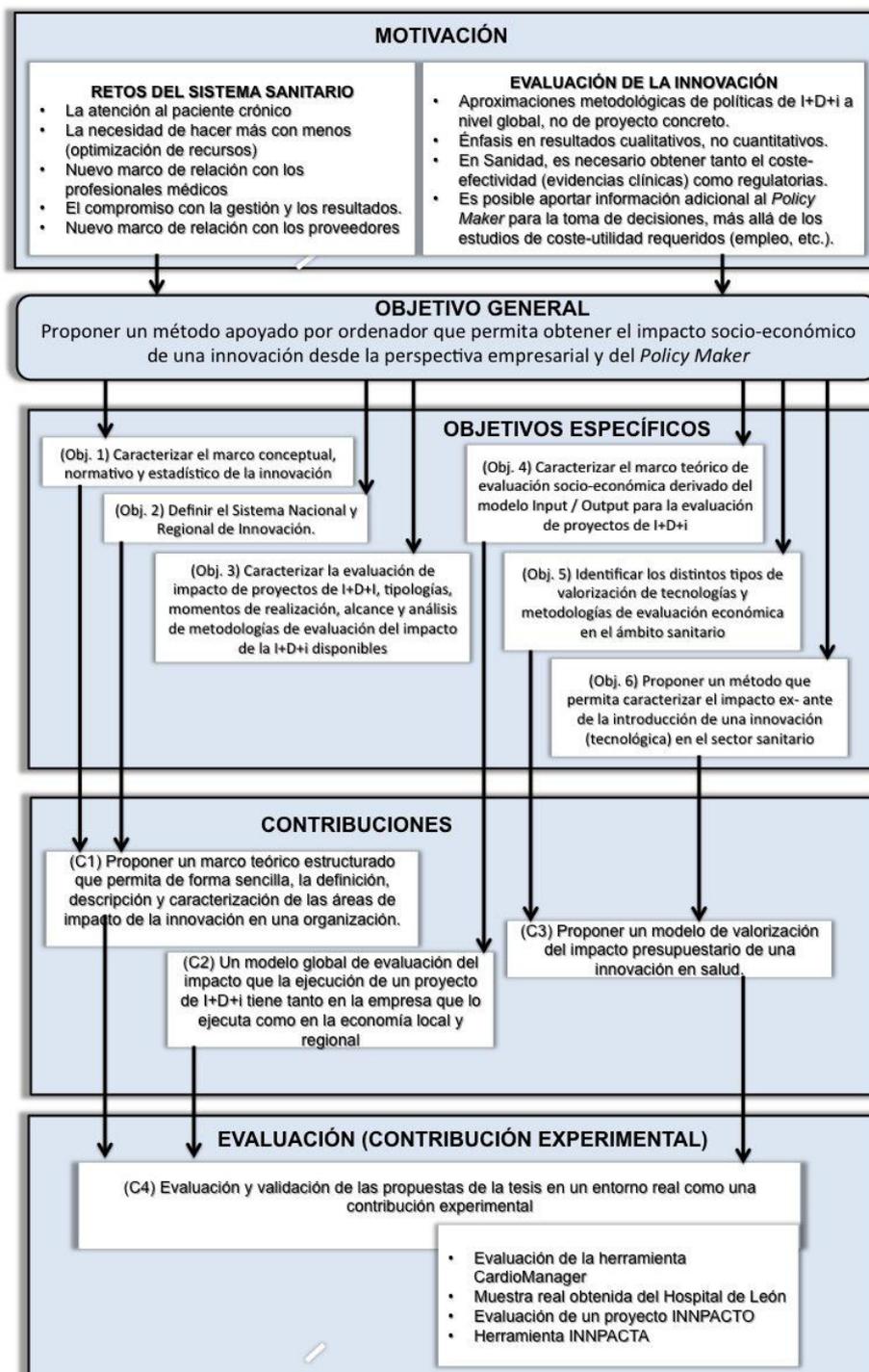


Figura 3: Esquema general de la tesis, en el que aparece el contexto de la misma, los objetivos, las contribuciones esperadas y la evaluación que se llevará a cabo. Fuente: Elaboración propia.

contribuciones asociadas a los mismos:

**Obj. 1 Caracterizar el marco conceptual, normativo y estadístico de la innovación.**

Para alcanzar este objetivo, es necesario conceptualizar tanto la definición de innovación, tipos de innovaciones, así como la normativa que la regula y la estadística que permite medirla, tomando como base la literatura asociada.

**Obj. 2 Definir el Sistema Nacional y Regional de Innovación.**

Para alcanzar este objetivo, es necesario determinar la influencia de la innovación en los diferentes agentes que configuran el sistema nacional de innovación, así como establecer los requisitos y características que configuran los sistemas regionales de innovación; esto es, recursos referidos al potencial humano y económico, su estructura y agentes y relaciones que integran el sistema, la capacidad de absorción, la articulación, vinculación y relaciones que se producen entre los diferentes actores del sistema y, por último, determinar el papel que juega la administración pública (regional y nacional) en el contexto del sistema (promoción de leyes, normas y políticas de fomento a la I+D y la innovación).

El concepto de Sistema Regional de Innovación pone de manifiesto la importancia fundamental de las redes de actores y los entornos institucionales, dentro de los cuales se desarrollan los procesos innovadores.

El entorno en que operan las organizaciones, influye sobre la manera en que éstas llevan a cabo sus procesos productivos y de comercialización. Incide, además, sobre los procesos de aprendizaje y de formación de capital humano. Sin embargo, los actores e instituciones del entorno no están ubicados en un vacío; su posicionamiento dentro de territorios específicos facilita, en gran medida, su articulación mutua y hace posible la generación de sinergias. El énfasis se pone no en fortalecer a actores aislados, sino en fortalecer al sistema en su conjunto. El potenciamiento de los Sistemas Regionales de Innovación, opera entonces, como acelerador del desarrollo local o regional, al generar

efectos sinérgicos y potenciar el aprovechamiento de las oportunidades de innovación para a su vez potenciar el desarrollo endógeno de los territorios.

**Obj. 3 Caracterizar la evaluación de impacto de proyectos de I+D+I, tipologías, momentos de realización, alcance y análisis de metodologías de evaluación del impacto de la I+D+i disponibles.**

Una vez que ya tenemos caracterizada la innovación y el modelo de ecosistema donde se genera, realimenta, y se transfiere, el siguiente objetivo de la tesis persigue caracterizar qué se entiende por evaluación de impacto; su casuística, características, etc., así como analizar las características de los diferentes ejercicios de evaluación de impacto llevados a cabo por organizaciones públicas (Universidades, Fundaciones, Centros Tecnológicos, Administración Pública nacional e internacional) y privadas (Instituciones financieras, empresas, etc.), al objeto de determinar los diferentes enfoques utilizados, sistemática de evaluación, momento temporal, fuentes de información utilizadas, ámbitos de impacto considerados, resultados obtenidos y barreras encontradas.

La consecución de los objetivos anteriores nos ha de llevar a alcanzar la primera contribución teórica esperada para esta tesis:

**C1. Proponer un marco teórico estructurado que permita de forma sencilla, la definición, descripción y caracterización de las áreas de impacto de la innovación en una organización.**

Para ello, será preciso organizar y categorizar los resultados obtenidos en los dos objetivos específicos planteados hasta ahora. Es decir, establecer un marco de análisis que permita caracterizar las áreas funcionales de la organización en las que tiene impacto la realización de un proyecto de I+D+i; su caracterización en términos de indicadores asociados y aquellos datos de contexto que puedan influir en cualquiera de los aspectos definidos. Este modelo teórico ha de ser fácilmente entendible [BGR<sup>+</sup>05,TDJ01] tanto por la organización como por el *Policy Maker*, dado que será una parte importante del modelo de evaluación a diseñar. Para ello, dicho

modelo se desarrolla sobre Microsoft Excel con una estructura en forma de cuestionario de fácil comprensión para promover su uso en personas con diferentes niveles de conocimiento en el campo de las evaluaciones de impacto socio-económico (ver Apéndice C).

**Obj. 4 Caracterizar el marco teórico de evaluación socioeconómica derivado del modelo Input / Output para la evaluación de proyectos de I+D+i.**

Se trata de elaborar una modelo de evaluación que permita obtener los impactos económicos que la ejecución del proyecto tiene para la propia organización que lo desarrolla, y para la economía local y región donde la misma desarrolla su actividad.

Para ello, en primer lugar hay que interpretar los resultados del análisis realizado en términos de metodologías de evaluación y características requeridas. En este caso, la aproximación metodológica que se utilizará es la de los modelos Input/Output, por lo que será necesario construir el modelo en base al análisis de las tablas Input/Output regionales (caso de que la Comunidad Autónoma donde se ejecuta el proyecto disponga de ellas), o bien construirlo a partir de las nacionales [INE14].

La contribución de los objetivos anteriores nos lleva a alcanzar la siguiente contribución esperada de esta tesis:

**C2. Un modelo global de evaluación del impacto que la ejecución de un proyecto de I+D+i tiene tanto en la empresa que lo ejecuta como en la economía local y regional.**

Este modelo estará apoyado por una herramienta de análisis capaz de interpretar tanto la información cuantitativa del modelo (datos económicos), como cualitativa (resultados de la cumplimentación del cuestionario propuesto en la contribución C1, y los métodos descritos en los objetivos Obj. 6 y Obj. 7.

**Obj. 5 Identificar los distintos tipos de valorización de tecnologías y metodologías de evaluación económica en el ámbito sanitario.**

Para alcanzar este objetivo, se ve la necesidad de analizar las diferentes aproximaciones a la evaluación de impacto económico llevadas a cabo en el ámbito sanitario, así como los modelos de valorización de tecnologías, al objeto de determinar los determinantes y componentes de los análisis de impacto, así como los modelos disponibles.

Este análisis se llevará a cabo analizando la bibliografía existente en bases las bases de datos PUBMED, The cocharane Library, CRD (incluyendo DARE, HTA y NHS EED), MEDLINE, DAHTA, Econlit, Embase, BIOSYS Previews, el registro de análisis de coste-efectividad del departamento de salud de Reino Unido, así como búsqueda en revistas de índice de impacto como *Journal of Medical Systems*, *International Journal of Medical Informatics*, *Journal of Medical Internet Research*.

Además, se ha utilizado la base de datos resultado del proyecto EURONHEED<sup>7</sup>, al objeto de caracterizar los ejercicios de evaluación económica en el ámbito de la salud y metodologías asociadas.

**Obj. 6 Proponer un método que permita caracterizar el impacto ex-ante de la introducción de una innovación (tecnológica) en el sector sanitario.**

Una vez que ya tenemos analizados los diferentes métodos existentes para medir el impacto económico, será necesario proponer un modelo de valorización de una tecnología que permita considerar cualquier tecnología sanitaria y obtener estimaciones condiferentes grados de complejidad.

La consecución de los objetivos anteriores nos lleva a alcanzar la tercera contribución teórica de la tesis:

---

<sup>7</sup>*The European Network of Health Economics Evaluation Databases Project (EURONHEED)*, ofrece bases de datos de evaluaciones económicas de intervenciones en Salud en Francia, Alemania, Italia, Holanda, España, Suecia y Reino Unido, así como los países asociados. El objetivo de las bases de datos es indexar toda la literatura publicada en materia de evaluación económica de la salud de los países que forman la red. La URL para el acceso a la web es: <http://infodoc.inserm.fr/euronheed>

**C3. Proponer un modelo de valorización del impacto presupuestario de una innovación en salud.** Para ello será preciso organizar y categorizar los resultados de los objetivos 4 y 5, estableciendo los condicionantes que justifican la existencia del modelo, así como las aproximaciones metodológicas en las que se basa el mismo, su caracterización en términos de indicadores socio-económicos y aquellos datos de contexto necesarios que puedan influir en cualquiera de los aspectos definidos.

**Obj. 7 Evaluar el modelo de evaluación del impacto socio-económico de la innovación en el ámbito sanitario.**

Este objetivo es clave para el desarrollo de la tesis puesto que plantea la aplicación práctica de los dos modelos definidos en los objetivos anteriores para medir el impacto que la innovación derivada de la realización de un proyecto de innovación tiene tanto en el ámbito empresarial como en el político.

Para ello, se llevará a cabo el análisis de una aplicación móvil obtenida como resultado de la ejecución de un proyecto de I+D+i desarrollado en el marco del programa de incentivos INNPACTO<sup>8</sup>, así como el análisis del impacto socioeconómico del propio proyecto de innovación, tanto en la empresa como en el tejido económico regional. Las propuestas realizadas en la tesis se aplicarán de forma separada, para obtener el impacto individual de cada escenario, analizándose posteriormente el análisis de casos cruzados, lo que se considera un multicaso de estudio. [Sta06]

**C4.** Se debe considerar la **evaluación y validación** de las propuestas de la tesis en un entorno real como una contribución experimental, teniendo en cuenta el enfoque situacional desde el que emprendemos la tesis, que

---

<sup>8</sup>El objetivo fundamental del Subprograma INNPACTO es proporcionar la creación de proyectos en cooperación entre organismos de investigación y empresas para la realización conjunta de proyectos de I+D+i que ayuden a potenciar la actividad innovadora, movilicen la inversión privada, generen empleo y mejoren la balanza tecnológica del país, así como fomentar la participación de las entidades beneficiarias en proyectos y programas europeos e internacionales. La URL de acceso es: <http://www.idi.mineco.gob.es>.

concede una relevancia fundamental a que la evaluación del impacto socio-económico se realice en el contexto real en que se desarrollan. La elección de un caso múltiple o “multicaso” de estudio como estrategia para realizar la validación de las propuestas, lleva asociado el estudio en profundidad de los estudios de caso asociados. En sí mismas, la descripción y conclusiones obtenidas con cada uno de ellos constituye una contribución al área de análisis económico del impacto de la innovación en el tejido productivo y social de un territorio, por lo que es el punto de continuación para profundizar y emprender caminos paralelos a los llevados a cabo en esta tesis.

## Metodología de investigación

Para la consecución de los objetivos planteados anteriormente, vamos a utilizar el método de análisis que muestra la Figura 4. El método propone un proceso cíclico de investigación, en el que se realizan varias iteraciones. En cada una de ellas, el proceso de investigación debe de seguir cinco etapas o fases: Acopio de información, análisis, formulación de propuestas, desarrollo y evaluación. Según se puede apreciar en dicha figura, los resultados obtenidos en la fase de evaluación de cada iteración serán utilizados como información de entrada a la siguiente iteración. Esta información ha de ser utilizada para refinar progresivamente las diferentes propuestas y contribuciones planteadas en esta tesis.

Además de la metodología propuesta para el desarrollo de la tesis, un aspecto importante a tener en cuenta es la aplicación de los resultados teóricos a un caso real. Para ello, utilizamos el enfoque de estudio de casos [Sta98,Mar12], que es un método que atiende a esta profundización de un aspecto concreto de la realidad. Al combinar el estudio de casos con la necesidad de aplicar (y por tanto evaluar) las propuestas de forma incremental, nos encontramos con la realización de dos estudios de caso relacionados entre sí por un objetivo común, que no es otro que la validación de las propuestas que proponemos en la tesis. Para la aplicación práctica, se construye un caso global (o multicaso), que pretende dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas y, en

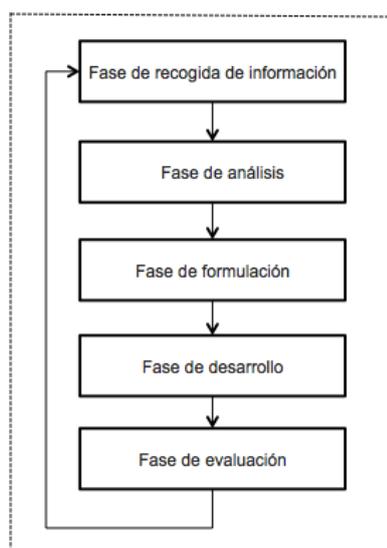


Figura 4: Fases de las que consta la metodología de investigación. Fuente: Elaboración propia.

última instancia, validar si el objetivo principal de la tesis se ha cumplido o no.

A continuación se explican más detalladamente cada una de las fases enunciadas anteriormente:

1. **Fase de recogida de información.** En esta fase se lleva a cabo la recogida de información (primaria o secundaria) relacionada con los diferentes objetivos enumerados en la sección "Objetivos". Como información secundaria, deberá incluir una revisión bibliográfica que incluya publicaciones referentes a:
  - La contextualización del marco conceptual, normativo y estadístico de la innovación.
  - La medida de la evaluación de impacto de la innovación, tanto a nivel de proyecto como de política pública, indicadores utilizados, sistemática de evaluación seguida, etc..
  - Las aproximaciones a la evaluación del impacto de la tecnología en el ámbito sanitario, haciendo énfasis en las distintas metodologías

existentes, necesidades de información, barreras a su aplicación y propuestas de actuación.

- Como información primaria se deberá recabar información directamente de las empresas que desarrollan proyectos de innovación, mediante la realización de entrevistas personales apoyadas por un cuestionario (que es el resultado de la contribución C1 de esta tesis).

2. **Fase de análisis.** Esta fase tiene por objetivo sintetizar la información recabada en la fase anterior, de forma que sea posible caracterizar tanto las aproximaciones actuales para la medición de la innovación, y particularmente de la misma en el ámbito sanitario, de manera que sea posible en la fase de formulación proponer propuestas de mejora.

3. **Fase de formulación.** Durante esta fase se deben formular las propuestas de solución a las preguntas planteadas en la investigación, teniendo en cuenta los resultados de la fase anterior. Dichas propuestas estarán relacionadas con los objetivos de la investigación y que podemos englobar en:

- Un marco teórico de evaluación del impacto económico de introducción de una innovación tecnológica en el ámbito sanitario que pueda ser utilizado tanto por *Policy Makers* como por el tejido empresarial para la ayuda a la toma de decisiones.
- Un método de soporte adaptativo a las necesidades de los *Policy Makers* como empresas, que permita medir en términos de impacto económico, la introducción de una innovación tecnológica en el mercado, tanto desde el lado de los *Policy Makers*, como desde el punto de vista de la empresa.

4. **Fase de desarrollo.** Durante esta fase se implementarán las propuestas elaboradas en la fase anterior. Para ello, se desarrollará una herramienta de apoyo al método definido anteriormente en la fase de formulación. Esta herramienta puede ser un prototipo capaz de interpretar computacionalmente la información definida en el marco de evaluación, así como para identificar la contribución que la innovación tiene en el tejido productivo de una región, vista desde las dos perspectivas de análisis consideradas (lado público — *Policy Makers* —, y privado (empresas)).

5. **Fase de evaluación.** Esta fase es crucial en el desarrollo del proceso. Se trata de la aplicación práctica de las propuestas desarrolladas en la tesis para la evaluación de los resultados de una innovación tecnológica tanto en el tejido empresarial (mediante el análisis del impacto que la ejecución del proyecto de I+D+i que da lugar a dicha innovación tiene tanto en la propia organización que lo desarrolla, como en la región — en términos de aportación al PIB, creación y mantenimiento del empleo, así como aportación a la hacienda pública vía impuestos —), como desde el lado del *Policy Maker*. Para ello, se utilizará el escenario de aplicación propuesto por [CMPTD<sup>+</sup>14], en la evaluación del impacto de la introducción de una aplicación móvil para la gestión de la insuficiencia cardiaca.

## Organización de la memoria

Finalmente, en lo que se refiere a la organización de esta memoria, en función de los objetivos planteados, se ha considerado apropiado estructurar la tesis en dos grandes bloques:

- Un primer bloque conceptual, en la que se presentarán de forma sintética todos aquellos elementos teóricos en los que se apoya la aproximación a la evaluación del impacto de la innovación.
- Un segundo bloque empírico, donde se desarrolla el modelo de evaluación propuesto .

La Figura 5 muestra el esquema propuesto para la presente tesis doctoral. Está estructurada en siete capítulos y cuatro apéndices. Su contenido, aparte del incluido en el presente capítulo de introducción, se detalla a continuación:

**Capítulo 1.** Dado que el concepto de innovación no es exclusivo de un campo de estudio<sup>9</sup>, el Capítulo 1 incide en la búsqueda y definición

---

<sup>9</sup>sociólogos y economistas, entre otros, han estudiado la innovación desde diferentes perspectivas, generándose una amplia literatura alrededor del término que ha provocado que en función del ámbito de estudio que se considere, se toma una u otra definición. [Gon10]

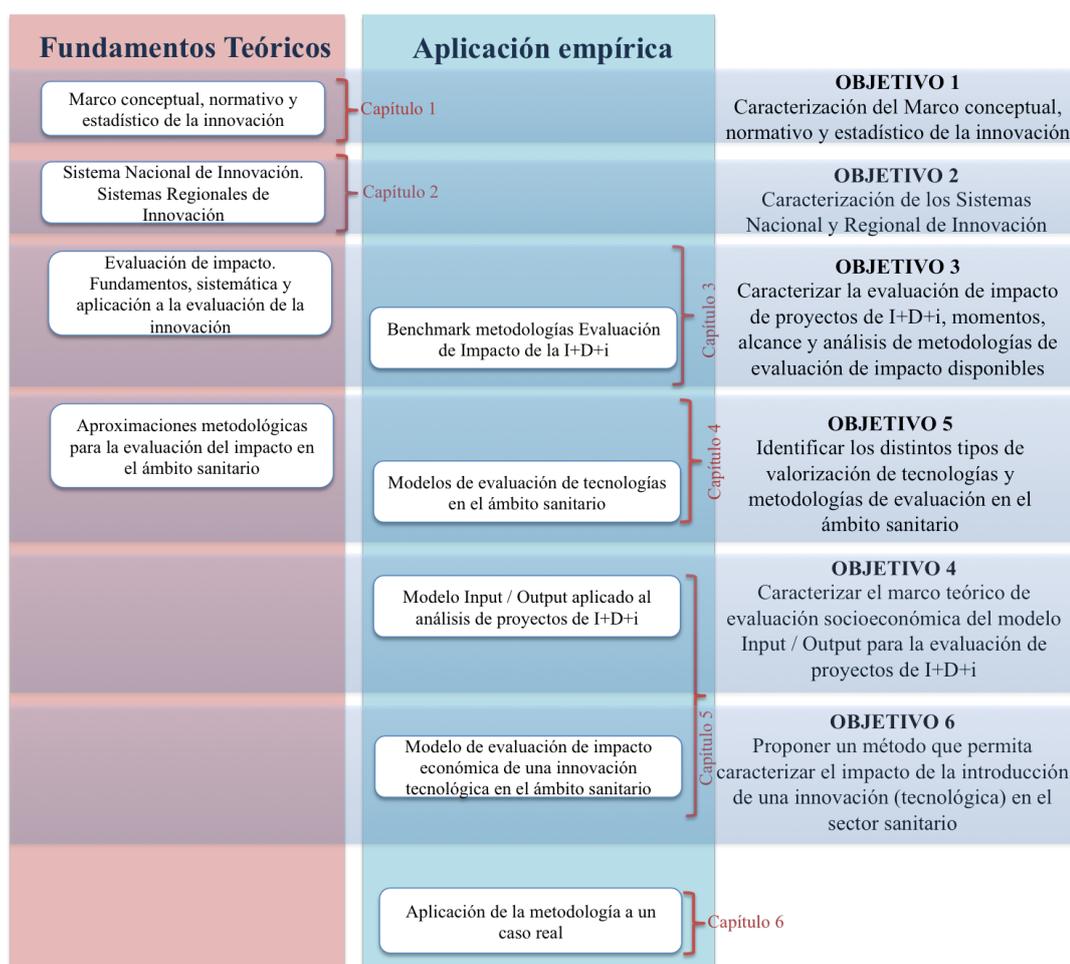


Figura 5: Estructura de la Tesis Doctoral. Fuente: Elaboración propia.

lo más aceptada posible de la innovación, su marco normativo asociado y las estadísticas disponibles para medirla. De esa forma, será posible saber qué se está midiendo, y si es comparable aquello que está midiendo. En caso contrario, puede suceder que se tomen conceptos totalmente distintos y, en consecuencia, el resultado obtenido no será de utilidad a la hora de tomar decisiones.

**Capítulo 2.** En este capítulo, se analiza el entorno en el que una organización desarrolla su actividad innovadora, esto es, lo que la literatura denomina **Sistema Nacional de Innovación**. En concreto, se

analiza el papel de los agentes que lo componen, características y relaciones entre los mismos. Además, se extiende el estudio a los Sistemas Regionales de Innovación.

Para ello, se han analizado artículos de las revistas internacionales indexadas en SCI, entre las cuales caben destacar las siguientes: *Journal of Operation Management*, *Technovation (The International Journal of Technological Innovation, Entrepreneurship and Technology Management)*, *Research Policy*, *Research and Develop Management*, *Journal of Product Innovation Management*, *Journal of Product Innovation Management*, *Journal of Engineering*, *Journal of Evolutionary Economics and Technology Management*, al objeto de recoger todos los aspectos esenciales, así como información secundaria y primaria derivada del trabajo de campo en la ejecución de proyectos de investigación empresarial.

**Capítulo 3.** En el capítulo se introduce la sistemática de la evaluación de la ciencia en España, y una panorámica acerca de los requerimientos y limitaciones de emprender un proceso de evaluación de impacto de la innovación. Como complemento, se realiza un análisis exhaustivo de las diferentes aproximaciones a la evaluación de impacto desarrolladas en la última década, tanto en organizaciones públicas como privadas, en los ámbitos de la investigación, la banca, el sector privado y organizaciones públicas (incluyendo organismos públicos de investigación nacionales e internacionales. El objetivo de dicho análisis es caracterizar los ámbitos de impacto que configuran el análisis del efecto que la innovación tiene en una organización y en su entorno más próximo.

**Capítulo 4.** Este capítulo analiza las principales aproximaciones existentes para la evaluación económica del impacto de la innovación en el sector sanitario, su problemática, escenarios de aplicación modelos de análisis y valorización asociados, etc.

Este análisis se lleva a cabo analizando la bibliografía existente en bases las bases de datos PUBMED, The cocharane Library,

CRD (incluyendo DARE, HTA y NHS EED), MEDLINE, DARE, Econlit, Embase, BIOSYS Previews, el registro de análisis de coste-efectividad del departamento de salud de Reino Unido, así como búsqueda en revistas de índice de impacto como *Journal of Medical Systems*, *International Journal of Medical Informatics*, *Journal of Medical Internet Research*, etc. y las bases de datos que proporciona EURONHEED para la búsqueda y caracterización de ejercicios de evaluación económica en salud.

**Capítulo 5.** Este capítulo describe la aproximación metodológica propuesta en la tesis doctoral para la evaluación del impacto de la innovación en el ámbito sanitario. Para ello, se consideran dos ámbitos de análisis: *empresarial*, donde, partiendo de los fundamentos teóricos de las tablas Input-Output, sus utilidades y limitaciones, se propone un modelo de evaluación del impacto socio-económico de la innovación en una empresa y su entorno más cercano. El otro ámbito de análisis es el de los *Policy Makers*, donde, partiendo de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se propone un modelo de impacto presupuestario de una tecnología, de forma que sus resultados puedan ayudar a los políticos en su tarea de toma de decisiones.

**Capítulo 6.** Este capítulo es un capítulo de evaluación de los modelos desarrollados en un escenario real de aplicación. Para ello, se considera la construcción de un multicaso de estudio compuesto por dos casos: la ejecución de un proyecto de innovación que da como resultado una aplicación móvil (CardioManager) que se utiliza para la gestión y monitorización de enfermedades coronarias. En concreto, se realiza un análisis desde el lado tradicional (sanitario y clínico) en términos de coste - utilidad y coste - efectividad, así como un estudio de impacto económico de la tecnología utilizando el modelo propuesto.

El otro caso de estudio lo compone el análisis del impacto que la ejecución del proyecto tiene en la organización que lo desarrolla y

su entorno más próximo. El análisis cruzado de las conclusiones de ambos casos propuestos nos llevan a obtener el resultado final esperado: caracterizar el impacto que una innovación tiene en el sector sanitario.

**Capítulo 7.** En este capítulo final, se extraen las conclusiones más relevantes de la investigación que se ha llevado a cabo. Asimismo, se detallan las principales aportaciones de esta tesis doctoral y se comentan las futuras líneas de investigación.

**Apéndice A. Publicaciones generadas.** En este apéndice se enumeran las publicaciones más relevantes a las que ha dado lugar la presente tesis doctoral, agrupadas en revistas internacionales, jornadas y seminarios internacionales y nacionales, así como la aplicación práctica en proyectos empresariales.

**Apéndice B. Siglas de abreviaturas y acrónimos.** En este apéndice se enumeran las siglas y acrónimos que aparecen en la memoria de la tesis doctoral.

**Apéndice C. Modelo de cuestionario utilizado.** En este apéndice se recoge el cuestionario desarrollado para la caracterización del impacto cualitativo de la innovación en una organización.

**Apéndice D. Modelo de impacto presupuestario de una tecnología.** Este apéndice recoge el modelo de impacto presupuestario de la introducción de una tecnología en el ámbito sanitario.



# Capítulo 1

## La innovación, marco de análisis e importancia económica

*Para innovar hay que estar dispuesto a cambiar de opinión como lo hacen los simios y no emular a los homínidos que no lo hacen ni muertos. Este consejo, se hace más necesario precisamente en tiempos de crisis que es cuando se debe aprovechar el cerebro.*

Eduard Punset

La innovación en las últimas décadas ha adquirido un lugar central en la sociedad, en los debates científicos, así como en las agendas políticas de actuación tanto a nivel estatal como regional. Entendida en sentido amplio, se erige hoy en ventaja competitiva para las empresas y territorios, pero también como el medio para lograr un desarrollo territorial de carácter integrado, al permitir diseñar respuestas alternativas ante problemas específicos de un territorio, dibujando con ello nuevos caminos hacia el desarrollo. [Gon10, Rom05]

Así mismo, el vertiginoso desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones ha permitido acelerar e integrar los procesos económicos a nivel mundial favoreciendo la globalización, y por ello, al desarrollo competitivo de las empresas. Es más, las empresas pertenecientes a actividades intensivas en conocimiento o aquellas que, aún correspondiendo a sectores maduros, han sabido asumirlas, son las que están experimentando los más altos niveles de

crecimiento, colaborando en la dinamización de las economías de los ámbitos en los que se localizan.

Junto a lo anterior, la innovación también puede posibilitar la mejora de la calidad del empleo, la reducción de los riesgos e impactos negativos sobre el medio ambiente, además de contribuir al bienestar de la población.

Las ventajas reconocidas de la innovación la han convertido en objetivo de las políticas de promoción del desarrollo, adquiriendo, de este modo, un creciente protagonismo. La tan mencionada “*economía del conocimiento*” ha despertado el interés de numerosos territorios, en la necesidad de mejorar su potencial innovador como estrategia para mantener o incrementar una posición destacada en un contexto de creciente competitividad. [Gon10]

Por ello, no es de extrañar la preocupación y la necesidad que en ambientes científicos o políticos ha surgido por medir el lugar que detenta cada territorio respecto a su desempeño innovador [Gon10]. Con el propósito de evaluarlo, desde los años sesenta, han ido surgiendo distintas propuestas de indicadores que, si bien han evolucionado en sus planteamientos en cuanto a qué medir – desde una visión restringida de la innovación asociada exclusivamente a los resultados de las actividades de I+D a otra más amplia – no han prestado la suficiente atención a la escala de referencia de los datos.

La cultura innovadora y el interés por la incorporación de conocimientos se erigen, especialmente en la actual situación de crisis, en estrategias tanto económicas como de desarrollo futuro, al objeto de lograr un nuevo modelo de desarrollo empresarial más sostenible, flexible y adaptado a los continuos movimientos y cambios en el mercado. [Mul05]

En este contexto, se hace cada vez más necesario contar con un mecanismo de evaluación del impacto que la innovación tiene en la propia empresa, más allá de sus efectos en el territorio en términos de posición competitiva, generación de conocimiento científico, etc.

Por ello, este capítulo introductorio pretende sentar las bases de qué se entiende por innovación, cual es el marco que la regula y cuáles son los principales mecanismos de medición existentes, al objeto de poder analizar el estado de situación actual de la evaluación de la misma al nivel empresarial.

## 1.1. Definición de innovación

En los últimos años, el concepto de innovación ha sido ampliamente utilizado por todos los estamentos económicos y sociales para referirse a multitud de situaciones, actuaciones y comportamientos, que difieren de la casuística normal de funcionamiento. Así mismo, el concepto de innovación no es exclusivo de un campo de estudio. Como apunta [Rom05], sociólogos y economistas, entre otros, han estudiado la innovación desde distintas perspectivas, lo que ha producido una gran cantidad de literatura en torno al término, caracterizada por la ausencia de una única definición aceptada por todos.

A nivel empresarial, utilizando un espectro amplio, podemos considerar como innovación a todo “*cambio que genera valor*”, entendiendo valor como beneficio económico, imagen de marca, aumento de facturación, eficiencia en costes, mejora de las relaciones con terceros, etc.. No obstante, es una definición muy general que conviene limitar. Y una forma de hacerlo es decir que innovación es [Mul05]

*“...todo cambio basado en conocimiento que es el resultado de un proceso complejo que lleva ideas nuevas y/o mejoradas al mercado en forma de productos o servicios y de sus procesos de producción o provisión, que son nuevos o significativamente mejorados”.*

En el contexto empresarial, las ideas que generan valor son básicamente comerciales, organizativas y tecnológicas, tal y como muestra la Figura 1.1:

La distribución de los cuadros no es al azar:

- Los bloques inferiores son innovaciones “individuales”, centradas en un ámbito de la organización (sus productos, su organización o sus modelos de relación con terceros).
- El bloque superior, Modelo de Negocio, requiere de la combinación de varias innovaciones individuales para que pueda ocurrir. Como ejemplo de lo anterior podemos considerar:



Figura 1.1: Tipos de Innovación. Fuente: Elaboración propia.

- **Spotify**, entraría dentro de esta caja: crea un nuevo servicio (streaming de música vía cuota (*fee*) mensual; crea un nuevo modelo de relación con sus clientes aprovechando las redes sociales, etc.).
  - **iPhone**, incluye un nuevo producto (iPhone), un nuevo proceso de comercialización de contenidos (iTunes), un nuevo modelo de relación y colaboración con desarrolladores (Apple Store), etc.
- Finalmente, la innovación tecnológica sería el **elemento habilitador de los diferentes tipos de innovación**.

A estas últimas es a las que se ha otorgado una mayor importancia, por ser las que pueden tener mayores y mejores consecuencias. Por esta razón, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), trabaja desde hace años en entender la innovación tecnológica. A esta institución internacional se debe una definición de innovación continuamente mejorada, y siempre muy precisa. Sin duda, la más aceptada en el panorama internacional. Ha sido recogida en las sucesivas ediciones de su Manual de Oslo<sup>1</sup> [OCD08]. La tercera edición del Manual de Oslo, publicada en 1997, se centra en las innovaciones tecnológicas, sosteniendo que innovar es

*“...utilizar el conocimiento y generarlo si es necesario, para crear*

<sup>1</sup>Guía editada por la OCDE cuyo objetivo es facilitar a las autoridades estadísticas de los países miembros de esta Organización, para llevar a cabo las encuestas encaminadas a conocer la situación de la innovación. Su primera edición fue aprobada en la capital Noruega, de ahí su nombre.

*productos, servicios o procesos que son nuevos para la empresa, o mejorar los ya existentes, consiguiendo con ello tener éxito en el mercado.*

Según esta definición, el conocimiento se deberá generar sólo en caso necesario; esto es, si ya existe un conocimiento disponible que se pueda utilizar, no será necesario realizar actividades de investigación y desarrollo (I+D), es decir, actividades destinadas a generar nuevo conocimiento. Por tanto, también hay innovación cuando se utiliza un conocimiento ya existente para incorporarlo a la empresa. [Mul05] Por otra parte, esta definición considera un matiz muy importante para la gestión empresarial, al considerar como producto, servicio o proceso nuevo o mejorado aquel que es nuevo o mejorado para la empresa, no necesariamente para el mundo. Pero no nos olvidemos que en el ámbito empresarial, si la innovación no genera beneficios económicos (derivados de un aumento de ventas, de una optimización de los procesos de producción, etc.), es decir, si la innovación no genera “éxito en el mercado”, no será innovación.

En su edición del año 2005, el Manual de Oslo ya se ocupa de las innovaciones no tecnológicas. Sostiene también que la innovación es la implantación de un producto, proceso o servicio nuevo o significativamente mejorado, pero después la amplía indicando que también es innovación

*“...un nuevo método de comercialización, un nuevo método de organización para la práctica del negocio o una nueva forma de relacionarse con el entorno externo.*

Y recoge lo ya mencionado anteriormente, es decir, que serán innovaciones comerciales, organizativas y, por supuesto, tecnológicas, cuando tengan éxito en su mercado, aunque sólo sean nuevas para la empresa que las lleve a cabo.

En resumen, cuando se habla propiamente de innovación, se hace referencia a **todo cambio, basado en conocimiento de cualquier tipo, siempre que genera valor y cuando tenga consecuencias económicas directas.** [Mul05]

## Entornos de la innovación

Según el criterio del Manual de Oslo, la innovación se desarrolla en tres entornos. El primero, denominado **entorno de conocimiento**, es el entorno donde se genera e integran los agentes implicados en la generación, aprovechamiento, y desarrollo del conocimiento. Este entorno, también denominado de “actividades de generación y adquisición de conocimiento”, está formado por la I+D realizada o financiada por la empresa y la compra de inmovilizado material e inmaterial (licencias, patentes, *know-how*, etc.).

El segundo entorno es el de **gestión**, donde se apoya la coordinación y administración del conocimiento y las tecnologías. Este entorno, también se denomina de “preparación para la producción”, y en él se incluyen el diseño e ingeniería del producto, de proceso y las llamadas preseries de producción.

Y por último, en esta clasificación de la OCDE hay un tercer entorno o bloque de actividades que se llama **entorno de valorización**, donde los conocimientos se ponen en valor frente a la sociedad y se transfieren, adaptan y se aplica el conocimiento generado para la producción de la innovación. Igualmente, este entorno se denomina también “preparación para la comercialización”.

## La gestión estratégica de la innovación en la empresa

Hasta ahora hemos expuesto el concepto de innovación enfatizando su importancia capital para una empresa. Sin embargo, para que la innovación pueda ser sostenida, es necesario que la misma sea considerada como un proceso más de la empresa; es decir, una operación. Una empresa que transforma su conocimiento internamente en beneficios, tiene el proceso de innovación instituido internamente como una forma de operar, a la manera de las operaciones de producción o comerciales.

Para ello se necesitan personas, medios y herramientas, y todos ellos deberán estar organizados en procesos.

Es decir, se necesita una estrategia para la innovación, y a partir de ella ser capaz de establecer una planificación que guíe el proceso [Mul05]. Pero

además de estrategia, es necesario que existan en la empresa unas bases que la hagan posible, como: cultura empresarial, hábitos o valores y conocimientos, que llevan a establecer los procesos de transformación del conocimiento en productos, servicios o procesos.

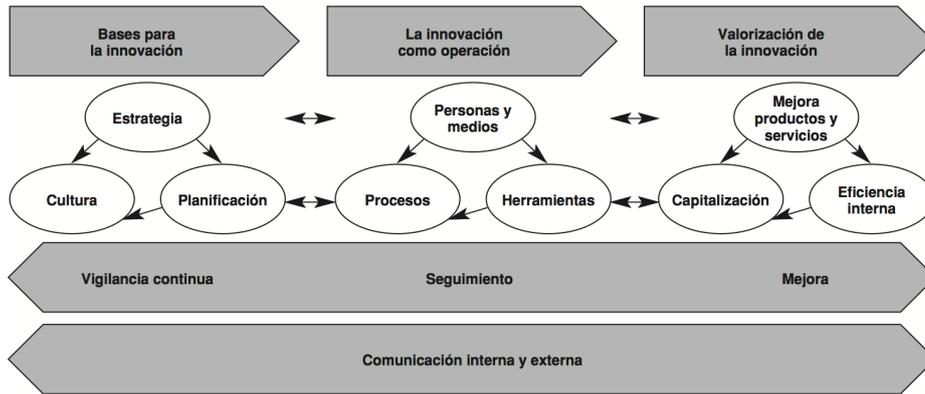


Figura 1.2: La innovación como proceso: requerimientos básicos para su desarrollo. Fuente: [Mul05]

Por último, es necesario cuantificar el resultado de la innovación. Quizás es la parte más complicada debido a que la innovación es un proceso que lleva implícito la palabra “riesgo”, debido fundamentalmente a la inversión de tiempo y recursos en actividades a priori con un resultado incierto. Tampoco existen experiencias previas que permitan a la empresa optimizar el proceso (más allá de su propia experiencia en la gestión de ese tipo de actividades o proyectos anteriores), por lo que el riesgo de fracaso es elevado.

Por ello, es muy importante como se apuntaba anteriormente, que la innovación responda a una estrategia de la empresa. Sólo de esta forma, estará concienciada en la necesidad de valorar, es decir, dar y demostrar valor para lo que está obteniendo del proceso de innovación. De esa forma, será posible que el proceso de innovación sea interiorizado en la organización, llegando a formar parte de la propia cultura de la empresa.

Sin embargo, en la valorización de la innovación surge la gran pregunta que motiva la presente Tesis Doctoral: *¿Cómo valorar el impacto que tiene la innovación tanto en la propia empresa como en su entorno más*

*cercano?*

La innovación contribuye a que la empresa aparezca frente al potencial cliente como atractiva y eficiente, y es una manera de capitalizar los resultados de los procesos innovadores.

Es ampliamente reconocido por muchos autores [Smi07, Gon10, Jud95, LM99] que el valor de la innovación se evidencia en la mejora de productos o servicios, en la eficiencia interna de los procesos mediante disminución de costes, y en general, en la capitalización de lo que se ha conseguido obtener a través de procesos de innovación (generalmente activos intangibles como: patentes, licencias, know-how, pero también va adquiriendo cada vez más importancia la mejora de la imagen asociada a la empresa innovadora).

## 1.2. Marco regulatorio de la innovación

En lo que respecta a una normativa vigente en materia de innovación que nos ayude a caracterizar la innovación, sus agentes, relaciones y efectos en las empresas, en este epígrafe analizaremos la regulación existente a nivel europeo y nacional, considerando que a nivel regional cada Comunidad Autónoma regula la actividad de la innovación en función a una regulación propia.

### Ámbito Europeo

A nivel europeo, la Comisión Europea propone la estrategia política, “Europa 2020”, para apoyar el empleo, la productividad y la cohesión social en Europa, generando un crecimiento inteligente basado en el desarrollo y aplicación de los conocimientos y la innovación. Para ello, desarrolla una iniciativa emblemática denominada *Unión por la innovación*, con el objetivo de apoyar la producción de productos y servicios innovadores; en particular, los relativos al cambio climático, la eficiencia energética, la salud y el envejecimiento de la población [EU14].

Específicamente en materia de innovación, la Comisión Europea ya perfilaba en el **Tratado constitutivo de la Comunidad Europea** la política de

innovación. Sin embargo, no es hasta 1995, motivado por el bajo nivel europeo en materia de innovación, cuando aparece el **Libro Verde de la Innovación** que planteaba los problemas con los que se topaba la innovación en Europa, y por ello proponía una serie de vías de acción, especialmente en materia de creación de empresas de base tecnológica: [EC95]

- “Vía de acción 2: una mejor orientación de investigación hacia la innovación”.
- “Vía de acción 3: desarrollar la formación inicial y permanente tendente a crear una cultura de la innovación así como el espíritu emprendedor.”

Como consecuencia de este libro surge el Primer Plan de Acción para la Innovación en Europa.

La Estrategia de Lisboa de 2000 marca un antes y un después en materia de innovación, transferencia tecnológica y, por ende, en investigación y desarrollo. Su objetivo pasa por convertir a la UE en la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. [EU01] En lo que respecta a la investigación y la innovación surgida de las universidades indica: *“los centros de formación desempeñan también un papel importante, ya que pueden servir de “núcleos” para la formación de agrupaciones, basándose en los productos de la investigación universitaria y creando “centros neurálgicos” de la innovación”*.

En el año 2005 la Comisión hace un balance con reservas de los resultados obtenidos con la Estrategia de Lisboa. La economía europea no ha alcanzado los resultados previstos en materia de crecimiento, de productividad y de empleo [EU05]. Los resultados obtenidos en materia de empleo son desiguales. La Comisión propone, con el fin de imprimir un nuevo impulso a la Estrategia, un nuevo proceso de coordinación simplificado acompañado de una concentración de esfuerzos en los Planes Nacionales de Acción (PNA) y una adaptación de los objetivos a obtener, materializando los mismos en acciones que se desarrollarán en los instrumentos de apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico que posee la Comisión: el Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (denominado actualmente HORIZONTE 2020) y el Programa Marco para la Innovación y la Competitividad (CIP).

## Ámbito Nacional

A nivel nacional, el marco legal básico que regula la actividad de la innovación es la **Ley para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (4/2011)** que sustituye a la **Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (13/1986)**.

Esta ley establece el marco para el fomento de la investigación científica y técnica y sus instrumentos de coordinación general, con el fin de contribuir a la generación, difusión y transferencia del conocimiento para resolver los problemas esenciales de la sociedad. El objeto fundamental es la promoción de la investigación, el desarrollo experimental y la innovación como elementos sobre los que ha de asentarse el desarrollo económico sostenible y el bienestar social. Junto a este marco legal básico, la financiación pública de la política de innovación por parte de la Administración General del Estado está sujeta a [MIN14]:

1. La Ley de Presupuestos Generales del Estado para el año 2014 (22/2013) que no solo fija el esfuerzo presupuestario (créditos) destinados a la política de innovación (Programa 46) sino que además establece normas generales de aplicación.
2. La Ley General de Subvenciones (38/2003), junto con su reglamento de desarrollo, constituyen la base legal de la financiación de la innovación. En ella se recoge el procedimiento de concesión de ayudas en régimen de concurrencia competitiva, así como el de concesión directa, y las normas generales y obligaciones que deben observar los beneficiarios de las subvenciones, el régimen económico, la justificación, el seguimiento y el control de las actuaciones. Esta Ley afecta a las ayudas a fondo perdido otorgadas por las administraciones públicas, y, en menor medida, a las otorgadas por entidades públicas que se rijan por el derecho privado. Asimismo, los principios de la Ley General de Subvenciones se aplican a la concesión por parte de la Administración de préstamos sin interés o con interés inferior al del mercado.

Otras iniciativas legislativas recientes que tienen impacto en la innovación son la Ley de Apoyo a los Emprendedores y su Internacionalización (14/2013),

que proporciona un nuevo marco legal para los emprendedores, así como los **incentivos fiscales a la actividad innovadora**. A pesar de lo que se ha establecido en la Ley del Impuesto sobre Sociedades, en el artículo 35, la Ley 14/2013 de 27 de septiembre de 2013, relativo a la ayuda y la internacionalización de los empresarios incorpora cambios en el Impuesto sobre Sociedades sobre: i) el crédito fiscal para la investigación, desarrollo e innovación tecnológica y ii) la reducción de los importes devengados por ciertos activos intangibles (“*patent box*”<sup>2</sup>).

### Ámbito Regional

La participación de las Comunidades Autónomas en los órganos de gobernanza del Sistema de I+D+i a través del Consejo General de la Ciencia y la Tecnología, regulado ya en la Ley 13/1986, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, y sus grupos de trabajo permanente<sup>3</sup> y específicos, se ha visto potenciada por la regulación que de la gobernanza del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación realiza la reciente Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. [MIN14]

Esta ley crea, en su artículo 8 el Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, órgano de coordinación general de la investigación científica y técnica adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad, formado por representantes de la Administración General del Estado y de las Comunidades Autónomas. Entre sus principales funciones se encuentran las de elaborar, en colaboración con el Ministerio de Economía y Competitividad, e informar las

---

<sup>2</sup>*Patent Box* es un incentivo que consiste en una minoración del 60% de la renta neta (*ingresos – gastos*) procedente de la cesión de un activo intangible (patentes, diseños industriales, modelos de utilidad, know how). Se trata de un incentivo fiscal que surgió en la Unión Europea con el objetivo de promover la innovación en el sector privado y que, con objeto de lograr una armonización europea, se introdujo en España con el artículo 23 de la Ley 16/2007 (Ley de Impuesto de Sociedades).

<sup>3</sup>El Grupo de Trabajo Permanente del Consejo está presidido por el Director General de Cooperación Internacional y Relaciones Institucionales del Ministerio de Ciencia e Innovación (ahora Ministerio de Economía y Competitividad), y forman parte del mismo todos los directores generales autonómicos competentes. Sus funciones comprenden el diseño y elaboración de estrategias y planes de I+D+i, y la evaluación y seguimiento de actividades.

propuestas de Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Estrategia Española de Innovación, y establecer los mecanismos para la evaluación de su desarrollo, aprobar los criterios de intercambio de información entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas en el marco del Sistema de Información sobre Ciencia, Tecnología e Innovación, o promover acciones conjuntas entre Comunidades Autónomas, o entre éstas y la Administración General del Estado, para el desarrollo y ejecución de programas y proyectos de investigación.

De forma más reciente, las Comunidades Autónomas han venido desarrollando sus propios instrumentos de organización y planificación de la ciencia y la tecnología, así como de apoyo a la innovación, de acuerdo con sus competencias. Todo ello junto a una creciente asignación de recursos públicos a estas políticas, especialmente significativa en los últimos años, ha configurado un Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación robusto y complejo, con capacidades y con retos muy distintos a los de 1986. Fruto de esta demanda, surge la Ley para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (4/2011) que mantiene las competencias en materia de innovación en las Comunidades Autónomas. La Tabla 1.1 ilustra sobre la situación actual de las Comunidades Autónomas en materia normativa de innovación<sup>4</sup>.

### 1.3. Marco estadístico de la innovación

Medir la innovación es una actividad crucial si se quiere que las políticas de innovación desarrolladas por países y regiones sean efectivas; la política necesita basarse en evidencias empíricas. Es en este sentido, contar con un marco estadístico de innovación es fundamental para poder compararse con un tercero y que los resultados obtenidos con la medición realizada, sean consistentes y válidos para poder entender la innovación y su relación con el desarrollo económico de los países. [Gon10]

En las últimas décadas, promovido por las razones anteriores, comenzaron

---

<sup>4</sup>En aquellas Comunidades Autónomas que no disponen de una ley que la regule, existen organismos a nivel autonómico con competencia para su impulso y desarrollo, así como planes de desarrollo e impulso regional de la misma.

<b>Comunidad Autónoma</b>	<b>Marco normativo de la innovación</b>
<b>Andalucía</b>	Ley 16/2007, de 3 de diciembre, Andaluza de la Ciencia y el Conocimiento
<b>Aragón</b>	Ley 9/2003, de 12 de marzo, de fomento y coordinación de la investigación, el desarrollo y transferencia de conocimientos en Aragón
<b>Canarias</b>	Ley 5/2001, de 9 de julio, de Promoción y Desarrollo de la Investigación Científica y la Innovación
<b>Castilla y León</b>	Ley 17/2002, de 19 de diciembre, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+I) en Castilla y León
<b>Comunidad de Madrid</b>	Ley 5/1998, de 7 de mayo, de Fomento de la Investigación Científica y la Innovación Tecnológica
<b>Comunidad Valenciana</b>	Ley 2/2009, de 14 de abril, de coordinación del sistema valenciano de investigación científica y desarrollo tecnológico
<b>Extremadura</b>	Ley 10/2010, de 16 de noviembre, de la ciencia, la tecnología y la innovación de Extremadura
<b>Galicia</b>	Ley 12/1993, de 6 de agosto, de Fomento de Investigación y de Desarrollo Tecnológico de Galicia
<b>Islas Baleares</b>	Ley 7/1997, de 20 de Noviembre, de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico
<b>Región de Murcia</b>	Ley 8/2007, de 23 de abril, de Fomento y Coordinación de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia
<b>La Rioja</b>	Ley 3/2009, de 23 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación

Tabla 1.1: Marco normativo de innovación en las Comunidades Autónomas.  
Fuente: Elaboración propia.

una serie de esfuerzos a nivel internacional por establecer estructuras analíticas y directrices que sirvieran de guía para los estudios sobre la misma. Los esfuerzos para estandarizar las definiciones y los indicadores de innovación ganaron notoriedad con la publicación, por parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la realización, casi de manera simultánea, de la primera lista de encuestas de innovación estandarizada en los países de la Unión Europea (UE) — conocido como la *Community Innovation Survey*<sup>5</sup> (CIS) — [Rom05]. Desde esa primera edición, el Manual de Oslo ha estimulado la medición de la innovación como un proceso, fomentando la recolección de datos que puedan fundamentar la construcción de indicadores que sean comparables y útiles a los países para el análisis del fenómeno en cuestión — en especial, para los *Policy Maker*<sup>6</sup>..

## Ámbito Internacional

A nivel europeo, la Oficina Estadística de la Unión Europea es el organismo encargado de ofrecer a la Unión Europea y sus países miembro comparaciones entre países y regiones, para lo cual recopila los datos que aportan los diferentes Institutos de Estadística Europeos, los analiza y, a partir de ellos, ofrece cifras comparables y armonizadas que permiten definir, acometer y analizar las políticas comunitarias<sup>7</sup>. [Rom05]

En el ámbito de la innovación, la Encuesta Comunitaria sobre Innovación (ECI) es el medio a través del cual se recogen datos para obtener información sobre las actividades innovadoras de las empresas, así como otros aspectos como los efectos de la innovación, las fuentes de datos a utilizar, los costes,

---

<sup>5</sup>Esta encuesta bianual es una encuesta de la actividad de innovación de las empresas de los estados miembros forma parte de las estadísticas de Ciencia y Tecnología de la Unión Europea. Está diseñada para proporcionar información sobre la innovación de sectores por tipología de empresas, en los diferentes tipos de innovación que considera el Manual de Oslo de la OCDE y sobre diversos aspectos del desarrollo de una innovación, tales como: objetivos, fuentes de información, opinión pública, financiación de la innovación etc..

<sup>6</sup>Se entiende por Policy Maker al responsable político que tiene la responsabilidad del diseño, desarrollo, ejecución, control y evaluación de una política pública

<sup>7</sup>Conforme a la consideración quinta de la Decisión n<sup>o</sup> 1578/2007/CE relativa al programa estadístico comunitario (2008-2012).

etc. La principal herramienta de difusión de los indicadores de la ECI ha sido el Cuadro Europeo de Indicadores de Innovación ó *European Innovation Scoreboard* (EIS).

A partir de este cuadro de indicadores se construye el *Innovation Union Scoreboard* (IUS), resultado de la iniciativa “Unión por la Innovación” de la Comisión Europea que, mediante su informe anual sobre innovación, recoge los indicadores de innovación utilizados así como las definiciones de los mismos y su interpretación. Agrupa los indicadores en función de tres dimensiones:

1. **Habilitadores**, orientado a la medición de los principales impulsores de la innovación externos a la empresa, agrupados en tres pilares: *Recursos Humanos*, *Financiación* y la existencia de *Sistemas de investigación abiertos, excelentes y atractivos*, en relación a la competitividad de la base científica.
2. **Actividades empresariales**, orientado a la medición de los esfuerzos en innovación realizados por las empresas, mediante el análisis de indicadores en los siguientes ámbitos: *inversiones empresariales*, destinadas a la generación de innovaciones, *alianzas y emprendimiento*, orientada a la medición de la colaboración con empresas innovadoras y sector público, y *activos de la propiedad intelectual*, que recoge las diferentes formas de derechos de propiedad intelectual generados por las empresas como resultado de una innovación.
3. **Resultados tangibles**, que recoge los efectos de las actividades de innovación de las empresas en los siguientes ámbitos: *efectos económicos*, que centra su análisis en el éxito de la innovación en el mercado (en términos de empleo, exportaciones y exportaciones), y *número de empresas innovadoras*, más orientado a caracterizar el número de empresas que han realizado actividades de innovación en cualquiera de las formas consideradas por el Manual de Oslo, así como la presencia de grandes empresas.

Los indicadores del IUS se muestran agrupados por países, ya que según [EU04], las oficinas oficiales de estadística de los estados miembros recogen la información de cada país de forma agregada.

De manera no oficial, existen a nivel internacional otras estadísticas anuales que miden las capacidades de innovación en los países y los resultados. El **Global Innovation Index** desarrollado conjuntamente por la Universidad de Cornell, INSEAD, la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (*World Intellectual Property Organization* —WIPO—) y Naciones Unidas (*United Nations*), recoge estadísticas y datos relativos a la innovación de 30 fuentes cubriendo un gran espectro de los *drivers* y resultados del proceso de innovación, primando la obtención de datos cuantitativos sobre los cualitativos. En 2013, el ranking había cubierto 142 países, representando el 94,9 % de la población mundial y 98,7 % del producto interior bruto del mundo (en dólares). [INS13]

Este índice está basado en dos subíndices: el subíndice de entrada de innovación y el relativo a la salida de la innovación, estructurados como muestra la Figura 1.3:

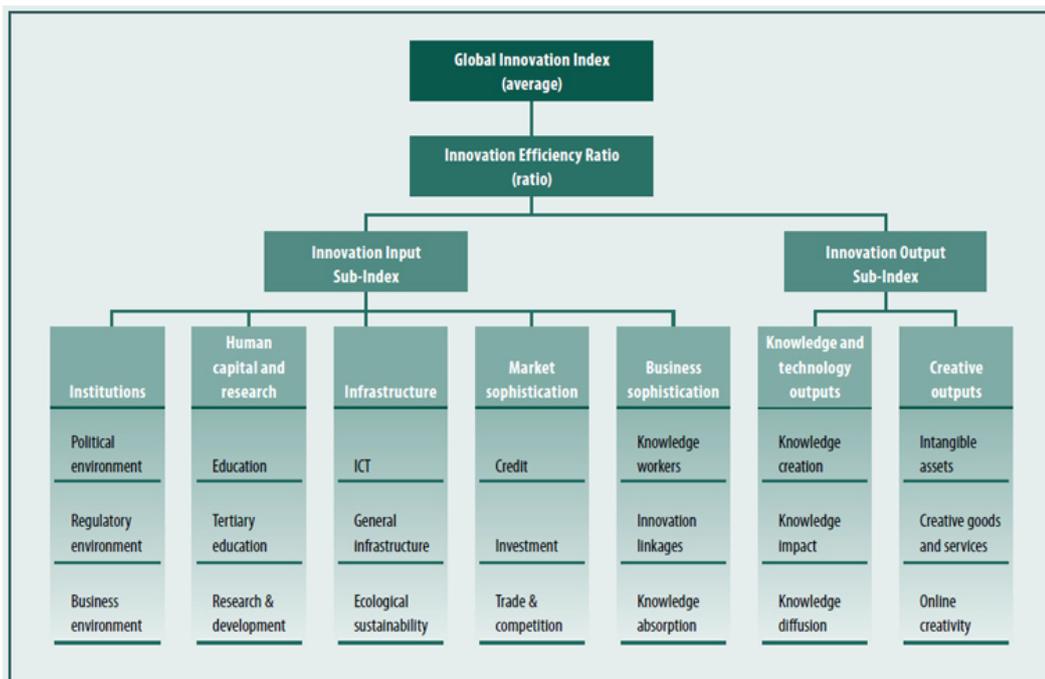


Figura 1.3: Marco conceptual del Global Innovation Index (2013). Fuente: [INS13]

a) El índice de entrada de la innovación (*Innovation Input Sub-*

*Index*) arroja la media ponderada de los valores obtenidos en los siguientes ejes de análisis:

- Instituciones
- Capital humano e investigación
- Infraestructura
- Sofisticación del mercado
- Sofisticación del negocio

b) El índice de salida de la innovación (*Innovation Output Sub-Index*), arroja la media ponderada de los siguientes ejes de análisis:

- Conocimiento y desarrollo tecnológico
- Resultados derivados del proceso creativo

Cada pilar se divide en sub pilares y cada subpilar se compone de indicadores individuales (84 en total). El índice global de innovación (*Global Innovation Index — GII*) se calcula como la media ponderada de los dos subíndices descritos. Así mismo, es posible obtener el **Ratio Global de Eficiencia de la Innovación** (*Overall Innovation Efficiency Ratio*, obtenido como el ratio del subíndice de salida de la innovación *versus* sobre el de entrada).

No obstante, el GII debe considerarse más como una evaluación transversal anual del rendimiento de la innovación en los diferentes países, que como una serie temporal o estudio longitudinal; dado que a pesar de que el marco de análisis se mantiene relativamente estable año a año, no es infrecuente la eliminación ó la introducción de algún indicador de un año a otro. No obstante, la utilidad del GII como complemento a las estadísticas oficiales es indudable, proporcionando además las siguientes mejoras:

- Incluye variables que evalúan la calidad sobre la cantidad de innovación, lo que ofrece una perspectiva muy interesante en la búsqueda que el impacto de la misma tiene sobre las empresas.
- Muestra datos que combinan estadísticas oficiales con datos de organizaciones internacionales como la UNESCO para incorporar otras actividades no recogidas en las estadísticas oficiales.

- Incorpora datos de fuentes privadas de alta calidad para la mejora de métricas en áreas como: gastos en software, ofertas de capital de riesgo, registros de dominios de Internet, etc.

## Ámbito Nacional

A nivel nacional, el Instituto Nacional de Estadística es el órgano encargado de la recogida de datos estadísticos así como el tratamiento de los resultados, a través de la **Encuesta de Innovación Tecnológica** (EIT). Esta encuesta, se realiza anualmente desde el año 2001 y recoge información sobre la estructura del proceso de innovación de las empresas, permitiendo mostrar las relaciones entre dicho proceso y la estrategia tecnológica de las empresas, los factores que influyen (o dificultan) su capacidad para innovar y el rendimiento económico de las empresas. Trata de medir el gasto en diferentes actividades innovadoras y las innovaciones implementadas, valorando su impacto económico y otras cuestiones ligadas al proceso de innovación. Los principales aspectos de esta encuesta están recogidos en la Tabla 1.2.

No obstante, otros organismos, alimentados por los datos que recoge la EIT, llevan a cabo estudios propios que complementan o añaden información a la obtenida por dicha encuesta. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- **Fundación COTEC**, que publica anualmente su informe anual de innovación basado en indicadores del Panel de Innovación Tecnológica (PI-TEC). Dicho panel es un instrumento estadístico para el estudio y seguimiento de las actividades de innovación tecnológica en las empresas españolas. Este panel, además de alimentarse con información de la EIT, utiliza el *Community Innovation Survey*, el *Innovation Union Scoreboard*, el *World Economic Forum*, el *Institute for Management Development*, así como las propias investigaciones que lleva a cabo COTEC sobre el Sistema Nacional de Innovación. [Rom05]
- **Observatorio Español para la Ciencia y el Conocimiento (ICONO)**. Creado en el año 2010 por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología, surge de la necesidad

de medir la evolución de los indicadores relacionados con ciencia e innovación que permitan aportar datos objetivos sobre la evolución del modelo productivo hacia una economía innovadora. Para ello, genera y analiza de forma rigurosa la información más actual en relación a los principales indicadores y estrategias de ciencia e innovación autonómicos, nacionales e internacionales.

Por último, existe una última fuente de información nacional que se deriva de la **Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE)**. Dicha encuesta se cumplimenta anualmente por una muestra representativa de empresas de las industrias manufactureras, consituyendo un valioso instrumento de observación de la industria española. No aporta información sobre innovación, pero ofrece información sobre las estrategias que adoptan las empresas.

## Ámbito Regional

En España, los Institutos Estadísticos de las CCAA adolecen de tradición y de recursos económicos y humanos para desarrollar unas estadísticas sobre innovación e I+D basadas en información exclusivamente regional que midan los impactos territoriales. Por ello, explotan y difunden a mayor nivel de desagregación la EIT.

Al igual que en el caso nacional y europeo, existen otras fuentes estadísticas que ofrecen información como las **Centrales de Balances Regionales**, que se alimentan de los datos del Instituto Nacional de Estadística y del Registro Mercantil. Estos sistemas están concebidos para conocer la realidad y la evolución de las empresas a través del análisis de sus cuentas anuales (públicas). Elaboran estudios por sectores y por territorios, lo que posibilita obtener un conocimiento de la situación económico-financiera de las empresas y, por tanto, complementar la información de las fuentes públicas.

Institución	Publicación	Contenidos	Periodicidad	Ámbito territorial
INE	Estadística sobre I+D	-Gasto y personal dedicado a I+D por tipo de sector. -Gasto en I+D por disciplina científica y por rama de actividad en el sector empresas.	Anual	Nacional CC.AA.
INE	Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas	-Gasto destinado a actividades innovadoras por rama de actividad y tamaño de las empresas.  -Resultado de la innovación e impacto económico	Bienal (entre 1994 y 2002). Anual a partir de 2002	Nacional CC.AA.
INE	Indicadores de alta Tecnología	-Por ramas de actividad: indicadores de I+D, indicadores de innovación, ocupados, valor de la producción, valor añadido y número de empresas. -Por productos: Valor de la producción, valor de las importaciones y exportaciones.	Anual	Nacional CC.AA.
INE	Encuesta sobre recursos humanos en ciencia y tecnología	-Por ramas de actividad: indicadores de I+D, indicadores de innovación, ocupados, valor de la producción, valor añadido y número de empresas. -Por productos: Valor de la producción, valor de las importaciones y exportaciones.	2006	Nacional CC.AA.
OEPM	Estadísticas de propiedad industrial	-Solicitudes y concesiones de patentes, modelos de utilidad, diseños industriales y signos distintivos	Anual	Nacional CC.AA.

Tabla 1.2: Estadísticas sobre innovación publicadas en España por organismos públicos. Fuente: Elaboración propia a partir de [Gon10]

## 1.4. La importancia de la innovación en el crecimiento económico

En la actualidad ya no se discute que existe una relación directa entre innovación y crecimiento económico. El nuevo marco conceptual de la innovación, junto con el convencimiento de que la tecnología debe formar parte del proceso de crecimiento económico, son las bases sobre las que se asienta la denominada teoría del crecimiento endógeno, que se desarrolla durante la década de los 60 y parte de los 70. [CDT09]

En la literatura reciente, la importancia de la innovación en el desarrollo empresarial se ha desarrollado desde múltiples prismas de análisis. Desde aquellos relacionados con la generación de productos a partir de la acumulación de capital y la incorporación de recursos humanos al sector productivo, y que, por su naturaleza, incrementan la productividad de los factores de producción. En este sentido, autores como [Arr62], han desarrollado esta aproximación, introduciendo índices de experiencia acumulada para medir el desarrollo de la actividad empresarial, impulsando el desarrollo de modelos “*learning by doing*”.

Otros enfoques suponen que el proceso tecnológico en sí mismo conlleva un coste asociado, ya que es necesario invertir en tecnología para que esta contribuya al crecimiento económico. En este sentido, la tecnología se define en sentido amplio como el conocimiento generado por la empresa a partir de inversiones en actividades de I+D, siendo la inversión en tecnología rentable, siempre que los resultados de dichas inversiones se incorporen en productos o procesos. Es decir, como comentamos en el apartado 1.1, siempre que se genere valor para la empresa. Mediante la explotación de los resultados de esa incorporación de tecnología (venta de un producto o servicio desarrollado, mediante un sistema de patentes, etc.), será posible recuperar la inversión y obtener beneficios.

La creciente disponibilidad de estadísticas internacionales, por otra parte, impulsó una corriente de estudios empíricos muy productiva, centrada en cuantificar el efecto de las inversiones de I+D sobre el crecimiento del PIB de un país. Entre estos trabajos destacan los de [Gri79, Gri84, Gri86] ó [Jaf86, Ver95]

que consideran que el stock de capital tecnológico es un factor más de producción, demostrando la existencia del efecto desbordamiento asociado a las inversiones de I+D, los denominados “*spillovers*”, responsables de los rendimientos crecientes que registra una economía cuando el conocimiento fluye de una empresa a otra. Sin embargo, existe otra línea de investigación surgida por estudios empíricos basados en la corriente de “*growth-accounting*” que muestran como las inversiones en capital humano (representadas básicamente por gasto en educación), pueden contribuir positivamente al crecimiento de la economía. [Sch60, Sch61]

Durante la década de los años 90, autores como [Dos82, NW82] analizan las tendencias o ciclos surgidos a partir de una innovación radical, desarrollando un marco conceptual que, como veremos en el Capítulo 2, establece una relación muy estrecha entre economía, tecnología e instituciones.

Este avance es importante porque a diferencia de la corriente neoclásica, esta corriente centra su análisis en la complejidad del fenómeno de la innovación en el ámbito microeconómico y reconoce la imposibilidad de predecir un modelo estable de crecimiento, debido a factores sociales e históricos que marcan la evolución de la tecnología.

La historia de la economía del cambio tecnológico pone de manifiesto que esta disciplina ha estado marcada desde su aparición por una progresiva aceptación de supuestos más realistas. Las rígidas hipótesis de los clásicos se suavizan en la teoría neoclásica y ésta, a su vez, tiende a incorporar nuevos enfoques que provienen de posiciones menos deterministas y más centradas en los aspectos microeconómicos, como la economía evolutiva. Sin embargo, el tema central de discusión no ha variado sustancialmente y los estudios empíricos que tratan de establecer, bajo supuestos más o menos rígidos, el efecto que tiene la inversión en I+D en el crecimiento económico siguen de actualidad.

## 1.5. Conclusiones

En este capítulo introductorio se ha caracterizado la innovación desde el punto de vista de su definición, principales entornos y su relación con el

crecimiento económico y desarrollo empresarial.

En este sentido, dado el objetivo que pretendemos conseguir en la tesis — evaluar el impacto de la innovación en el sector empresarial del sector sanitario —, se hace necesario contar no sólo con una definición de innovación que sea aceptada y usada por todos los agentes que con los que se relaciona una empresa u organización en su proceso de innovación (y que se caracterizará adecuadamente en el capítulo 2), sino que es necesario que esa definición permita que sea posible evaluarla; es decir, que permita que pueda ser evaluada porque nuestro objetivo no es poder medir sólo la innovación, sino el impacto que sobre la empresa y el tejido empresarial tiene la actividad innovadora.

Por ello, es necesario conocer el marco normativo que regula la actividad innovadora, y el marco estadístico que arroja datos acerca del efecto que la innovación tiene tanto en una empresa (desde el punto de vista de inversión en innovación, etc.), como en la sociedad (fundamentalmente mediante la medición de indicadores vinculados con generación de conocimiento — patentes, modelos de utilidad, etc. —).

Que la innovación está estrechamente asociada al crecimiento económico y el desarrollo empresarial es algo que ya nadie duda actualmente. Sin embargo, ninguno de los diferentes niveles del marco estadístico de la innovación arroja datos que puedan ser utilizados para poder obtener de forma directa una estimación del impacto que la innovación tiene sobre el tejido empresarial.

Analizando los indicadores de los principales instrumentos de medición de la actividad innovadora de las empresas — INE y EIS —, tomando en consideración los indicadores que dispone [INE] procedentes de las estadísticas relacionadas con “*Estadística sobre actividades de I+D*” y “*Encuesta sobre innovación en las empresas*” y todos los indicadores que componen el *European Innovation Scoreboard*, se obtiene:

1. Los indicadores empleados por el INE en el ámbito de la I+D<sup>8</sup>:
  - Están muy dirigidos al análisis de los siguientes sectores y su peso

---

<sup>8</sup>El estudio de los indicadores, nos ha proporcionado una mejor visión de los aspectos medibles relacionados de la I+D en nuestro objetivo de definir un conjunto de indicadores que sea la base de nuestra metodología de evaluación del impacto de proyectos I+D e I+D+i.

y sus diferencias entre los mismos, no profundizando en cada uno de ellos: Empresas, Administración Pública, Instituciones Privadas sin Fines de Lucro y Enseñanza Superior. En el caso que nos ocupa el interés se centra en el sector empresarial.

- No se puede hacer una diferenciación por sectores económicos (TIC, Construcción, Turismo, etc.) ni en la mayoría de los casos por localización geográfica.
  - La presentación de resultados se realiza en términos absolutos y no en términos comparativos.
2. En cuanto al ámbito de la innovación, al contrario que ocurría con la I+D, los indicadores están enfocados al ámbito empresarial por lo que se han podido identificar indicadores que se pueden incluir en la definición de la metodología de impacto. Para ello, se define el término **intensidad de innovación** como:

$$\text{Intensidad de innovación} = \frac{\text{Gastos de Innovación}}{\text{Cifra de Negocios}} \cdot 100 \quad (1.1)$$

Sobre todo destacar las mediciones de los indicadores:

- “Innovación tecnológica en el período 2007-2012: Impacto económico de las innovaciones sobre la cifra de negocios por ramas de actividad, tipo de indicador y tamaño de la empresa”.
  - “Actividades para la innovación tecnológica 2013: Intensidad de innovación por ramas de actividad, tipo de indicador y tamaño de la empresa”.
3. Por último, los indicadores del *European Innovation Scoreboard* están diseñados para medir el grado de innovación de países o regiones de la UE por lo que la mayoría de los indicadores no están relacionados con los objetivos de la Tesis Doctoral. Sin embargo, cabe citar los siguientes indicadores como útiles para el diseño y caracterización de la metodología de evaluación, objetivo de esta tesis:
- Porcentaje de gasto en “No — I+D” sobre el total de facturación: definido como Intensidad en innovación (ver ecuación 1.1).

- Eficiencia en recursos debido a la innovación: este indicador mide la eficiencia de los recursos derivados de la innovación. Para ello, se deben tener en cuenta dos sub-indicadores. El primero hace referencia al porcentaje de empresas innovadoras que reducen su mano de obra gracias a las actividades innovadoras realizadas. El segundo, se centra en el porcentaje de empresas innovadoras que reducen el uso de energía y materiales gracias, también, a la innovación.
- Porcentajes de exportaciones de productos manufacturados que incurren en media-alta y alta tecnología según la clasificación TARIC<sup>9</sup>. De igual forma para servicios intensivos en conocimiento (correos y telecomunicaciones, actividades con equipos informáticos, e investigación y desarrollo).
- Porcentaje de facturación en productos nuevo o mejorados.

Por tanto, para poder caracterizar el impacto socio-económico que la innovación tiene tanto en una empresa, como en el tejido empresarial en su conjunto, es necesario acudir a otras fuentes de información (primarias) que permitan complementar el análisis que los diferentes organismos públicos realizan.

---

<sup>9</sup>El arancel integrado de la UE se denomina TARIC. Recoge las disposiciones comunitarias y comerciales aplicables a las mercancías importadas y exportadas por la UE. La Comisión es responsable de su gestión y propone a diario una versión actualizada del mismo en el sitio oficial del TARIC: <http://www.taric.es/services/nettaric/nettaricOpen.asp>



## Capítulo 2

# Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación

*La innovación constante es la única forma de mantenerse competitivo, porque ninguna ventaja es sostenible en el largo plazo.*

Jorge González Moore

Uno de los objetivos fundamentales de este trabajo es mostrar la interrelación existente entre los diferentes agentes facilitadores del proceso de innovación de una empresa. Para ello, en este capítulo se va a revisar, en primer lugar, el concepto de **Sistema Nacional de Innovación** (SNI), su estructura, agentes que intervienen, y relaciones que facilitan y fortalecen el proceso de innovación. En segundo lugar, se definirán los **Sistemas Regionales de Innovación**, por ser la traslación al ámbito regional de los SNI, y el ecosistema donde la empresa u organización desarrolla el proceso de innovación.

### 2.1. Introducción

El concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) es reciente, con las primeras referencias a su desarrollo durante la década de los años 90, adaptando un enfoque que subraya la importancia de los procesos de la innovación y el cambio tecnológico. Esta perspectiva de la innovación va más allá de la

materialización concreta en productos, ya que, muestra en contra, a dichos procesos como sistemas de carácter holístico, caracterizados por realimentaciones entre los distintos elementos que los configuran, en los cuales las funciones de aprendizaje y el conocimiento constituyen los ejes fundamentales del sistema. Además, el conocimiento y el aprendizaje no son sólo partes importantes del sistema, sino también los propios resultados que se retroalimentan, modifican y completan en el desarrollo del mismo. [Mar05]

Es en las obras de [Fre87] y de [DFN+98], donde el término Sistema Nacional de Innovación aparece reflejado por primera vez en la literatura. En poco tiempo, dicho concepto y análisis da lugar a tres trabajos de gran importancia en la literatura que constituyen los pilares básicos de este enfoque [Lun92a, Nel93b, Edq97]. Es decir, casi simultáneamente en el tiempo, autores como Freeman, Lundvall ó Nelson coinciden en el objetivo de análisis elegido y en la designación que al mismo otorgaron: **Sistema Nacional de Innovación**. [Nav01, Nav02]

El interés por el estudio de los Sistemas de Innovación se deriva, entre otros factores, de la importancia que organismos de rango internacional, como la OCDE han ido otorgando a la innovación como elemento fundamental del desarrollo y la competitividad [OCD08]. Más concretamente, la innovación ha comenzado a verse como un proceso interactivo y complejo en el que toman parte una gran variedad de agentes, y en el que las conexiones y retroalimentaciones entre ellos son fundamentales para su creación, desarrollo y difusión. Estos agentes facilitan la colaboración, ya que sus relaciones encajan muy adecuadamente con la dimensión sistémica de la innovación tecnológica. De hecho, cada vez con más frecuencia, las tecnologías requieren el desarrollo de un conjunto de avances que ni siquiera las grandes empresas pueden desarrollar por sí solas.

Además, a pesar de la importancia que hoy más que nunca poseen los procesos de globalización en el entorno económico y social, las regiones, y sobre todo en aquellos países caracterizados por la heterogeneidad territorial y geográfica como España, van a configurar entornos y marcos diversos en materia de innovación que no deben ser obviados.

Existen todavía diferencias significativas entre Comunidades Autónomas,

que conducen a que la aplicación de un tratamiento similar en materia económica y social — en general — y en materia científica y tecnológica — en particular —, no garantice la eficiencia de los sistemas.

La innovación, en sus diferentes versiones, es la fuerza motriz que conduce a los sistemas económicos actuales al desarrollo y el progreso.

## 2.2. Antecedentes históricos

El interés por el estudio de los SNI se remonta a finales de los años 70, promulgado por un conjunto de académicos daneses conocidos como *IKE Research Group*<sup>1</sup>, de la Universidad de Aalborg (Dinamarca). El enfoque de investigación este grupo estaba centrado en cuatro fuentes básicas: el enfoque estructuralista de los sistemas de producción, la teoría del mercado doméstico en el comercio internacional, los factores determinantes del éxito innovador y el papel de las instituciones para configurar las actividades de innovación. [LJA<sup>+</sup>01, Mar05]

Esta corriente de pensamiento, planteaba que los diferentes sectores afectaban en forma diferenciada el crecimiento económico por lo que este criterio imponía una jerarquía. Así, las economías más fuertes estarían basadas en sistemas de producción especializados en bienes de capital, lo cual facilitaba el desarrollo y adopción de tecnologías de proceso en todos los sectores. Los daneses introdujeron la importancia de los flujos de información desde los sectores usuarios, los aprendizajes sobre la marcha y en la búsqueda de oferta, además de la influencia del ciclo de vida en los sistemas de producción, como también atendieron a la naturaleza abierta de la economía. Así, el enfoque estaría en el desarrollo de nueva tecnología como resultado de la interacción entre proveedores y usuarios. [LJA<sup>+</sup>01, Mar05]

Otra influencia provino del análisis de la correlación existente entre el desarrollo de la industria y la presencia internacional de maquinaria y equipos

---

<sup>1</sup>El Grupo de Investigación IKE es un grupo de investigación del Departamento de Economía y Empresa de la Universidad de Aalborg en Dinamarca. Fundado en 1977, ha evolucionado gradualmente su investigación al ámbito de los estudios de innovación y economía industrial desde la perspectiva de la escuela regulacionista francesa. Su URL de acceso es: <http://www.ike.aau.dk/About+IKE>

específicos del sector analizado, por lo que dedujeron que la competitividad comercial de los países podría ser explicada de acuerdo a la estructura de producción del propio mercado interior [LJA<sup>+</sup>01]. Además, el análisis de las relaciones de los agentes que intervienen en el proceso de mercado en los diferentes sectores analizados, arroja como conclusión el desarrollo de interacciones de coordinación y cooperación entre ellos, proponiendo el aprendizaje interactivo [LJA<sup>+</sup>01], en un contexto normativo que varía de país en país. Por ello, expresando mediante reglas, normas o hábitos que no son más que instituciones, por lo que según [LJA<sup>+</sup>01], deben jugar un papel fundamental.

Fue en las obras de Freeman (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, y de Dosi, et al. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, donde el término Sistema Nacional de Innovación aparece reflejado por primera vez en la literatura.

Freeman describía como el pensador alemán Friedrich List (n.1789, m.1846) había postulado los Sistemas Nacionales de Política Económica, donde el rápido posicionamiento de los países en industrias en expansión pasaba por una combinación de factores que fortalecieran la capacidad de absorber la nueva tecnología entre los que se encontraba la transferencia de tecnología, el entrenamiento de la mano de obra, la movilidad del capital humano y emprendedor. Así pues, consideraba que la construcción y establecimiento de nuevas instituciones e infraestructuras para potenciar el desarrollo de nuevas tecnologías, posibilitaría la participación alemana en sectores industriales en rápido crecimiento. En [DFN<sup>+</sup>98] se presenta la idea de que a través de la multiplicación de los vínculos e interacciones entre proveedores y usuarios, se esconde la idea de una competencia innovadora de los sistemas nacionales de producción. En esta obra, Freeman, a través de un capítulo, describe como se organiza la innovación en Japón; concebida esta en el marco de un sistema de instituciones y organizaciones interrelacionadas.

La historia económica y el análisis comparado han dado fundamentos empíricos al enfoque del SNI que, a pesar de ser muy descriptivos, se han considerado un complemento útil frente a las limitaciones de la escuela neoclásica para asumir supuestos más realistas, y la teoría del crecimiento para explicar el factor residual. Además su importancia se ha incrementado al intentar explicar

por qué las brechas se amplían y la convergencia esperada en la tasa de crecimiento se torna en divergencia. Desde la perspectiva del SNI, las diferencias se deben a una variedad de tipos de cambio institucional y técnico. [Fre94]

Este enfoque se ha enriquecido en los últimos años con la teoría evolucionista del cambio tecnológico, donde las innovaciones compiten unas contra otras, y su ritmo y orientación están influidos por un proceso de selección que define trayectorias donde el progreso técnico avanza en forma gradual en el tiempo. [Nel77]

La aparición de los libros *National Innovation Systems: A Comparative Study* [Nel93a] y *National Innovation Systems Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, [Lun92b] han dado lugar a lo que se conoce como la propuesta o enfoque de los Sistemas de Innovación.

Este enfoque ha sido rápidamente puesto en práctica por varios académicos y sus propuestas han trascendido diversas disciplinas (desde la planeación urbana y desarrollo regional, la geografía económica, la teoría evolucionista de la innovación como también la teoría de negocios). Una explicación de su “popularidad”, es su capacidad para dar sustento a los factores que determinan la competitividad y desarrollo económico de los países.

## 2.3. Caracterización de los Sistemas Nacionales de Innovación

Partiendo de la idea común de cómo el enfoque de los SNI, independientemente del autor, trata de focalizarse en aquellos elementos que de alguna forma potencian la generación, uso y difusión de conocimiento — base de la innovación —, cuyo fin último será el mayor grado de desarrollo económico, partimos de las definiciones que nos ofrecen autores como [Edq97]<sup>2</sup> y [OCD99], que resultan bastante coincidentes, y cuyo análisis detallado nos permite apre-

---

<sup>2</sup>precisa que el enfoque de los sistemas de innovación ha sido influido muy fuertemente por la teoría evolutiva y las teorías de aprendizaje evolutivo, y trata fundamentalmente de los determinantes de las innovaciones

ciar las diferencias existentes entre unas versiones y otras de los SNI, así como algunas de las ideas de avance y concreción que están teniendo lugar o deberán desarrollarse, para el perfeccionamiento del marco conceptual de los SNI.

Inicialmente, podemos definir los SNI como aquellos sistemas constituidos por las organizaciones e instituciones de un país que influyen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones. [Edq97, LJA<sup>+</sup>01]

Podemos decir que, partiendo de la consideración del papel central de la empresa y teniendo en cuenta la existencia de redes de agentes en un territorio determinado, se plantea el concepto de sistema de innovación como el conjunto de instituciones que interaccionan y determinan la realización de la innovación<sup>3</sup>. No debe, así mismo, perderse de vista que este entramado institucional está conscientemente diseñado y constituido, siendo en la práctica una realidad espontánea en continua evolución, aunque puede ser moldeada por la acción pública. El sistema está inscrito en un marco amplio, la sociedad en su conjunto, la cual, en última instancia, establece las prioridades, evalúa las actuaciones y dicta las normas para su más adecuado funcionamiento.

Otros autores [Nel93b], sin embargo, consideran que el concepto de sistema está relacionado con algo que se diseña o construye de forma “consciente” y que este no es el caso de los sistemas de innovación, puesto que las instituciones que lo constituyen no necesariamente operaran e interactuaran en forma coherente o fluida. Por ello, determina que sobre los sistemas tecnológicos, se puede tener alguna influencia desde la política pero que, en definitiva, un sistema nacional no se puede crear.

Sin embargo, todos los enfoques coinciden en que cualquier organización establece relaciones de todo tipo con otros agentes de muy diversa índole cuando innova, como aparece reflejado en la Figura 2.1. De forma análoga, es posible enfocar el análisis desde el punto de vista territorial, considerándose el ámbito supranacional, nacional, regional, e incluso, local<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup>En algunas obras, se hace referencia a él como sistema ciencia-tecnología-industria. En otras, se denomina sistema ciencia-tecnología-empresa, para hacer hincapié en que la innovación tecnológica no debe únicamente asociarse al sector industrial, siendo en la actualidad el sector servicios un campo destacado en mejoras tecnológicas de producto y proceso.

<sup>4</sup>Uno de los principios inspiradores del Programa Marco de I+D de la Unión Europea está en la estructuración del espacio europeo de investigación y del sistema de innovación

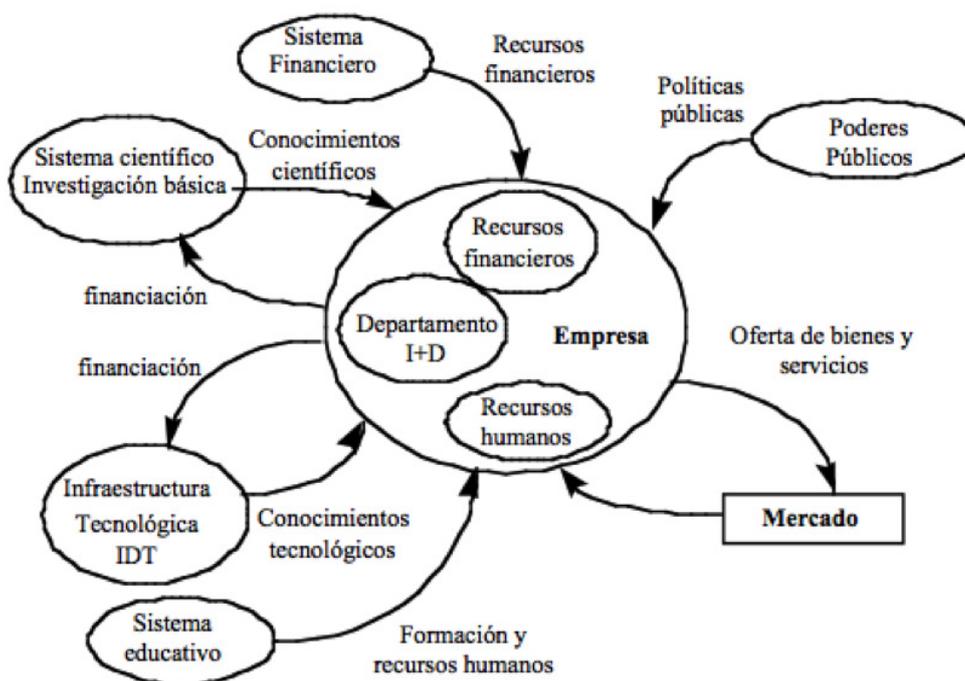


Figura 2.1: Agentes que participan en el proceso de Innovación en la empresa.  
Fuente: [MAG<sup>+</sup>03]

Sin embargo, esta perspectiva territorial presenta algunas limitaciones a la hora de decidir el nivel de análisis más adecuado. La globalización y creciente actividad internacional de los agentes del sistema (empresas, investigadores, etc.), se han convertido en factores determinantes para la caracterización del sistema nacional. De igual forma, el sistema de investigación universitaria y los laboratorios públicos continúan siendo principalmente nacionales, al igual que otros múltiples aspectos (infraestructuras públicas, las leyes, las instituciones financieras, las políticas públicas y el ambiente económico) que permanecen, de una manera sustancial, vinculados a las naciones.

Profundizando hacia una tendencia más local, hay que considerar que cada día es más evidente que una condición indispensable para el buen funcionamiento del sistema innovador es una colaboración profunda entre las empresas, las universidades y las administraciones públicas, que se establece con mayor europeo [EU01].

facilidad en ámbitos territoriales reducidos.

Entonces, los principales elementos del modelo de [LJA<sup>+</sup>01], que son el aprendizaje e innovación, así como la interrelación entre la Administración y la estructura económica, están claramente influidos por decisiones y transformaciones presentes y pasadas del país. Además, algunos procesos innovadores se facilitan por la proximidad de los agentes y la fluidez de la información por el compartimiento de códigos similares de valores, paradigmas socio técnicos, lenguaje, etc. Es más, [Fre84a] identifica algunos factores que no pueden estandarizarse para su explotación global como la **cultura, las regulaciones y el clima**.

Así, se comprende el creciente interés político por la regionalización de las políticas tecnológicas y de innovación, así como por el estudio y apoyo a los sistemas de innovación a escala regional. Este proceso es un fenómeno evidente en España [Dur99], que está recibiendo el soporte las políticas estructurales europeas. [Lan97]

## Componentes de un Sistema Nacional de Innovación

Una primera diferencia entre los analistas de este enfoque, concerniente a los componentes que aparecen en la definición de SNI, está en el significado que asignan al término **institución**, que es utilizado tanto en el sentido de **normas, reglas y leyes que modelan los comportamientos** [Lun92a, Edq97], como en el sentido de **estructuras formales tales como empresas, universidades, organismos públicos de investigación**, así como otros que poseen un objetivo específico<sup>5</sup>. [Nel93b, Nel93a]

De igual forma, atendiendo a una clasificación más genérica de las organizaciones, se pueden distinguir dos tipologías de organizaciones relevantes en un Sistema Nacional de Innovación:

- **Privadas**, entre las que se encuentran empresas, asociaciones empresariales, escuelas de negocio, asociaciones profesionales y científicas, medios

---

<sup>5</sup>Existe una analogía entre Organismo Público de Investigación y Laboratorio Gubernamental.

de comunicación, entidades financieras, así como fundaciones privadas, empresas u organizaciones de capital riesgo y hospitales privados.

- **Públicas**, compuesta por la Administración Pública, agentes reguladores, organizaciones orientadas a la enseñanza superior y la investigación como: Universidades, Centros Tecnológicos, Parques Tecnológicos, organizaciones establecedoras de estándares y oficinas de patentes, organismos públicos de investigación (CSIC, etc.), Hospitales y Oficinas para la Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRIS).

Autores como [MAG<sup>+</sup>03,FdL96], caracterizan los diferentes agentes según las estructuras de interfaz a las que representan, existiendo cuatro tipologías de entornos en los que se estructura el SNI, tal y como muestra el cuadro siguiente:

Entorno	Estructuras de interfaz
Entorno científico	Oficinas de transferencia de tecnología Fundaciones universidad empresa
Entorno tecnológico	Centros de Investigación y Tecnología (CITs)
Entorno productivo	Incubadoras Tecnológicas
Entorno financiero	Parques Tecnológicos (PT) Entidades de Capital Riesgo (ECR)

Tabla 2.1: Tipología de las estructuras de interfaz. Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, el elemento esencial dentro del SNI es la empresa. Por esta unidad, atraviesan las actividades de aprendizaje, búsqueda y exploración. Pero la empresa no logra realizarlas todas en forma aislada, sino que se requiere de la interacción con otras organizaciones. Todas las actividades, interacciones e intercambios, están mediados por un entorno o arreglo institucional, además de que la disponibilidad de recursos y presiones competitivas está sujeta a la dinámica de la estructura industrial.

De esta forma, todos los elementos del proceso de innovación ocurren en la interacción entre elementos institucionales y organizacionales debido a su complejidad, que exige una multiplicidad de conocimientos, información y recursos.

Las empresas, en la realización de sus actividades, se relacionan e interactúan con diversas organizaciones entre las que destacan: sus competidores, clientes y proveedores, Universidades, Centros de Investigación, Administración Pública, Entidades Financieras y medios de comunicación<sup>6</sup>, entre otros. Estas actividades se restringen o estimulan por los condicionantes institucionales del entorno, esto es: normas, políticas, estándares, etc.

El conjunto de organizaciones o actores e instituciones, conforman el sistema por el cual se generan y difunden conocimientos con fines económicos. Entre ellos, encontramos los siguientes:

- **Empresas**, en toda la dimensión del concepto, por lo que se incluyen criterios para segmentarlas en categorías (sector económico o de actividad, tamaño, etc.), ya que el proceso de innovación y la cultura asociada a la innovación, difieren sensiblemente de una tipología a otra.
- **Administración Pública**, a todos los niveles (comunitario, nacional o estatal y regional), que recogen el conjunto de políticas orientadas al fomento de la innovación<sup>7</sup>.
- **Sistema Público de I+D**, constituido por los diferentes agentes que desarrollan actividades científicas y tecnológicas, teniendo en común su carácter público. El sistema está compuesto por las universidades públicas en su faceta investigadora y por los centros de investigación públicos, donde destacan los llamados *Organismos Públicos de Investigación* (OPI).
- **Infraestructuras de soporte a la innovación**. La creación y el fortalecimiento de las infraestructuras de apoyo a la innovación se encuadran

---

<sup>6</sup>Es esencial introducir a los medios de comunicación como uno de los agentes que componen el SNI, debido a que en función de las relaciones que los propios medios de comunicación tienen con el resto de los agentes, actúan como aceleradores o frenos para el desarrollo de la innovación. Como caso ilustrativo, cabe citar el proceso de difusión de los alimentos transgénicos, donde un mal mensaje trasladado a los medios de comunicación por parte de los productores de dichos alimentos, derivó en un retraso de 10 años en la introducción de estos alimentos en el mercado

<sup>7</sup>En el caso de España, a pesar de la existencia de la Ley de la Ciencia, recogida en [BOE01], las competencias en innovación son de las CC.AA. Esto ha provocado la existencia de legislación diferente en función de la CC.AA que se trate, como se recoge en la sección 1.2.

entre las distintas posibilidades de intervención pública. Si algo caracteriza a las infraestructuras, es que son elementos del sistema económico, utilizadas de forma habitual por agentes que compiten entre sí. Así, la infraestructura tecnológica es el conjunto de elementos de la tecnología industrial o las distintas capacidades tecnológicas creadas colectivamente, que tienen diversos usos y que pueden ser utilizadas por empresas competidoras u otras entidades privadas y públicas<sup>8</sup>. La Fundación CO-TEC<sup>9</sup>, en su análisis del sistema de innovación español, define las infraestructuras de soporte a la innovación como:

*“... las distintas entidades que tienen en común el contribuir a la actividad innovadora de las empresas, proporcionándoles soluciones, información, servicios tecnológicos, personal experto o instalaciones para realizar actividades de I+D”.*

El conjunto de organismos que constituyen las infraestructuras de soporte a la innovación, es un poderoso instrumento de articulación del sistema de innovación, al ser estructuras de interfaz entre agentes. Son unidades establecidas en un área de influencia que dinamizan, en materia de innovación tecnológica, a los elementos de dicho entorno o de otros, y fomenta y cataliza las relaciones entre ellos. [FdL96]

Los distintos ámbitos que integran el sistema de innovación son útiles para clasificar las infraestructuras tecnológicas reconociendo cuatro tipos: **científicas, tecnológicas, productivas y financieras**. Otra posibilidad de clasificar

---

<sup>8</sup>Una definición más restrictiva de infraestructura tecnológica es considerarla como el conocimiento científico y técnico que tiene disponible la industria privada y que puede materializarse en personas, organismos, equipamientos e instalaciones [Tas91]. Las características comunes de este tipo de infraestructuras son: su utilización está abierta para distintos usos a múltiple empresas; normalmente exigen un esfuerzo multidisciplinar que combina habilidades científicas y técnicas; su valor económico es indirecto al tener sus resultados un carácter precompetitivo; y la existencia de economías de alcance que exige la existencia de una gama de capacidades distintas y especializadas pero vinculadas que se introducen en la industria de diversas formas. [JT96]

<sup>9</sup>La Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, creada en octubre de 1992, es una organización de carácter empresarial cuyo fin es el de contribuir a promover la innovación tecnológica y a incrementar la sensibilidad social por la tecnología. La URL de acceso es: <http://www.cotec.es>

las infraestructuras tecnológicas es dividir las en: básicas (sectoriales) y avanzadas (funcionales). Las primeras se dirigen a pequeñas empresas (Pymes) o empresas con una actividad tecnológica baja o media, y están generalmente disponibles en otros lugares, vinculándose con servicios tecnológicos y ayudando a la absorción local de conocimiento. Las segundas están orientadas hacia empresas de alta tecnología en sectores de gran desarrollo, proporcionando los recursos tecnológicos necesarios para innovaciones específicas.

Una vez caracterizadas las organizaciones que componen un SNI, a continuación vamos a analizar las relaciones que se desarrollan entre los agentes del mismo<sup>10</sup>:

- Interacciones entre diferentes organizaciones o entre diferentes partes de una organización. Tales relaciones pueden ser de mercado o de no-mercado.
- Interacciones con la Administración Pública. Las organizaciones están fuertemente influidas por el entorno institucional, legal o normativo<sup>11</sup>. Pero, igualmente, la propia Administración Pública está regida por la normativa legal en los aspectos técnicos, científicos y tecnológicos [BOE97], así como a competencias normativas.
- Por último, hay interacciones entre diferentes instituciones, de modo que organizaciones de diferentes tipos pueden estar actuando en la misma dirección, reforzando mutuamente sus efectos<sup>12</sup>, o pueden estar actuando de modo contradictorio, debilitándose mutuamente.

---

<sup>10</sup>Autores como [Smi07], se refieren a las relaciones entre agentes como el conjunto de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos, grupos y organizaciones. Serían por tanto, las reglas del juego. Otros autores como [EHM01] profundizan en las interacciones y relaciones entre los agentes del SNI.

<sup>11</sup>Nótese el caso de la normativa bancaria, por ejemplo, que afecta notablemente a la estructura y actividad de dichas organizaciones

<sup>12</sup>El Programa Campus de Excelencia Internacional lanzado en 2008 conjuntamente por el Ministerio de Educación y el ya extinto Ministerio de Ciencia e Innovación, se encuadró en la Estrategia Universidad 2015 para modernizar la Universidad española. Pretendía promover agregaciones estratégicas entre universidades y otras instituciones ubicadas en los campus, con el fin de crear “ecosistemas de conocimiento” que favorecieran el empleo, la cohesión social y el desarrollo económico territorial.

## 2.3 Caracterización de los Sistemas Nacionales de Innovación

Esta relación entre tipos de organizaciones, son pertinentes porque la conexión entre organizaciones e instituciones difiere sustancialmente de unos países a otros, así como la distribución o peso de unos tipos de organizaciones a otros y los tipos de relaciones que establecen entre sí. Todo ello afecta significativamente al modo de operar y a los resultados de los diferentes SNI.

Cualquier organización establece relaciones de todo tipo con otros agentes de muy diversa índole cuando innova. En la Figura 2.2 se muestran aquellos agentes que conforman el Sistema Nacional de Innovación, así como las relaciones que se establecen entre ellos.

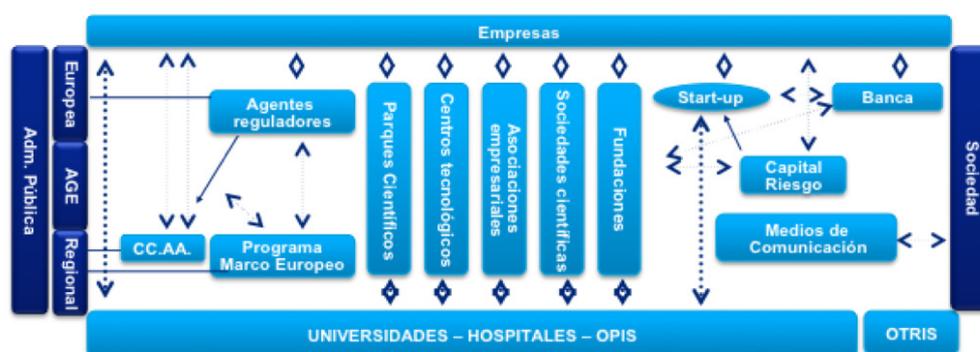


Figura 2.2: Agentes que conforman el Sistema Nacional de Innovación. Fuente: Elaboración propia.

No obstante, durante las últimas dos décadas, las acepciones que tiene el término **sistema**, han abierto el debate acerca de los componentes o partes, interdependientes o no, y delimitados por unos límites.

Dichos componentes, como hemos visto, están relacionados entre ellos y se condicionan y constriñen mutuamente, de modo que conforman un todo, con una función general claramente definida. Añadido a lo anterior, surge la pregunta acerca de la frontera del sistema de innovación: *¿qué es lo que pertenece al sistema y qué no?*

Para ayudar a responder a esta cuestión, algunos autores [EHM01] proponen como criterio que el elemento lleve a cabo su función o no. Dicho de otra

forma, la cuestión de la determinación de la función o tarea que desempeña un sistema de innovación está estrechamente ligada al de sus límites o fronteras.

Pero en la definición de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), hay otro elemento que actúa como criterio delimitador del límite del SNI: el término nacional. Sólo se deben considerar los elementos del sistema de innovación que, colaborando en el desempeño de las funciones del sistema de innovación, correspondan al país objeto de análisis.

En efecto, a diferencia de las aproximaciones sectoriales de otros autores [Pav94], que enfatizan que los rasgos del proceso de innovación son específicos para cada industria y tecnología, el enfoque de los SNI sugiere que las características de un país influyen fuertemente en los resultados innovadores de sus empresas. Esto es, el enfoque de los SNI considera como establecidos los límites geográficos de un sistema de innovación determinado y estudia cómo actúan e interrelacionan ese complejo y variado grupo de actores implicado en los procesos de innovación y difusión. [GT97, BCH96, Nav01]

## **Análisis del enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación**

Llegados a este punto, cabe preguntarse para qué sirve el marco conceptual en el que se ha definido qué es un SNI. Entre otras posibles razones, una buena razón está en que permite entender el proceso de generación y transferencia de la innovación en una economía moderna, en la que existe un cada vez menor ciclo de vida de producto, donde la introducción de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) han supuesto el cambio del modelo productivo, la apreciación progresiva del conocimiento como el principal insumo en la producción, así como la base para el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas.

Si analizamos la literatura existente sobre el tema, podemos encontrar que a pesar de que los sistemas nacionales de innovación de diferentes países comparten o no agentes en común, todos ellos comparten, al menos, los siguientes puntos en común [Edq97]:

- **El objetivo principal de un SNI es la innovación y el aprendizaje continuo.** La valoración del conocimiento como el principal input en la economía moderna, está enfocando la atención de analistas y políticos hacia el proceso de aprendizaje tanto en los sistemas educativos y de capacitación, investigación y desarrollo, como en las rutinas organizacionales; incluyendo, por supuesto, la accesibilidad al conocimiento.
- **El SNI es holístico e interdisciplinar, y está “vivo”.** Primero, porque la complejidad del proceso de innovación no puede ser comprendida, ni en términos estructurales ni dinámicos, si no es a través de una visión que abarque un conjunto de factores económicos, sociales, institucionales, organizacionales y políticos. Segundo, porque para que el sistema funcione, ha de estar continuamente realimentándose a través de una interacción y fertilización cruzada de ideas, métodos y conceptos desde diversos agentes y de diversas áreas o disciplinas.
- **El SNI es acumulativo, resultante de un proceso histórico.** El análisis comparativo entre países realizado durante los últimos años, así como el resultado de un proyecto desarrollado por la Cámara de Comercio de Madrid en el año 2009<sup>13</sup>, ha revelado que el desempeño de los sistemas nacionales de innovación está condicionado por los recursos aportados y el grado de desarrollo industrial del país. También influyen las políticas tecnológicas, aunque los procesos de cambio son largos y se enfrentan con la inercia y resistencia producida por la relativa estabilidad de organizaciones e instituciones.
- **Diferencias entre sistemas nacionales de innovación.** No existe un patrón sobre cómo debe ser un sistema de innovación, ya que las características del país, el proceso evolutivo del aprendizaje y el cambio continuo, juegan un papel tan determinante como el tiempo.
- **Énfasis en la interdependencia y no-linealidad.** La recombinación de conocimiento enfrenta la dificultad que los conocimientos están distribuidos en un sin número de agentes que interactúan en contextos particulares, de tal suerte que sus relaciones se han caracterizado como com-

---

<sup>13</sup>Proyecto desarrollado por el autor de la Tesis Doctoral en el marco de una colaboración entre Deloitte y la Cámara de Comercio de Madrid. [dCdM09]

plejas, recíprocas, interactivas y retroalimentadas a través de una multiplicidad de circuitos. Los esfuerzos de la investigación siguen dirigiéndose tanto a caracterizar a los actores como a sus relaciones, su importancia e intensidad relativas, así como su eficiencia.

- **Abarca tecnologías de producto e innovaciones organizacionales.** Dado que la corriente principal de la teoría económica de la innovación se ha centrado principalmente en la innovación de proceso, cuando la mayor parte de la investigación y desarrollo industrial se orienta a la innovación de producto, y que casi siempre la innovación técnica viene acompañada o precedida por innovaciones organizacionales, es necesario profundizar sobre las condiciones del surgimiento y difusión de estos dos tipos de innovación, así como sus importantes efectos socioeconómicos sobre la productividad, competitividad y el empleo.
- **Las instituciones son relevantes.** Sin duda alguna la existencia de estas instituciones es la característica más distintiva de los sistemas de innovación, no obstante, su conceptualización es ambigua. Pero, ya sea que se considere como un patrón de conducta, infraestructura, política u organizacional, es la principal influencia para estimular o inhibir el proceso de innovación, por lo que resulta de importancia capital tener en cuenta el cambio institucional en el propio SNI.
- **Conceptualmente difuso.** Existen problemas respecto a lo que quieren expresar los autores con el uso de algunos conceptos, lo que limita explorar sus contenidos, relaciones lógicas, e incluso la delimitación de su alcance o frontera. Se puede decir que no se sabe con certeza que elementos conforman los sistemas de innovación, lo cual influye en la dinámica de investigación que está abierta a una amplia gama de interpretaciones.
- **Marcos conceptuales más que teorías formales.** El enfoque de los sistemas de innovación ha descansado en la formulación de hipótesis e interpretaciones de eventos empíricos, más que de modelos lógicos que expliquen la totalidad de las variables y sus interrelaciones. Para alcanzar el estatus de teoría formal, hace falta más trabajo para capturar el proceso de innovación, sus determinantes y sus efectos en el crecimiento y la productividad.

### **Influencias sobre el Sistema Nacional de Innovación: La nueva economía, el capital humano y las TIC**

Actualmente, la globalización pone en entredicho el carácter nacional de los sistemas, pues la inversión de capital transnacional obedece a una racionalidad diferente del estado para asignar recursos a la generación y difusión de conocimiento. Así, un país receptor puede recibir poco o nulo beneficio de la implantación de un sistema productivo que compite a escala global. Por otra parte, las empresas transnacionales pierden su identidad nacional al tener intereses en todo el mundo y las acciones políticas pueden estar beneficiando a países receptores o bien dejar pasar la oportunidad de apoyar a empresas extranjeras que están posibilitando empleo y flujo de conocimiento a nivel local. [Nav01, Mar05].

Cómo se ha mencionado, el capital tiene un carácter global, mientras que el trabajo cada vez más se fragmenta territorialmente y reintegra a través de las redes globales. Esta nueva división del trabajo trae como consecuencia una evolución de la especialización hacia lo que podríamos denominar “hiper especialización”, además de presentar retos para los nuevos mecanismos de organización y supervisión del trabajo.

El desarrollo tecnológico ha promovido una socialización de la banda ancha que ha posibilitado incorporar rutinas en la red y las organizaciones, instituciones y personas cada vez intercambian mayor información a través de la red. Incluso el modelo de aprendizaje ha cambiado con la introducción de las TIC en el proceso de la educación de una persona, conviviendo múltiples modelos de enseñanza que en conjunto, han derivado hacia la e-innovación. En este contexto, cabe preguntarse, ¿cuáles serán los criterios para acceder al nuevo conocimiento económicamente útil?, ¿será patrimonio de todos o existirá alguna forma de restringir su acceso?, y sobre todo, ¿cuáles serán los estímulos para su revelación y en qué grado mantendrá su carácter tácito?. Otra cuestión es la participación incluyente de diferentes intereses nacionales en la política de innovación, que por las fallas institucionales, deja abiertos muchos espacios de poder, donde los medios de comunicación, las iniciativas locales, las minorías y las ONG's juegan un papel esencial exigiendo transparencia y coparticipación en las decisiones.

Algunas de las preocupaciones actuales de los analistas de los sistemas de innovación son ampliar y profundizar el concepto para hacerlo más dinámico, esto es, que incluya todos los aspectos de la construcción de competencias en las actividades socioeconómicas. Para llevarlo a cabo es necesario aumentar la comprensión sobre los procesos de aprendizaje interactivo, así como actuar sobre el ciclo de vida de los sistemas. [LJA<sup>+</sup>01]

## 2.4. Sistemas Regionales de Innovación

Si bien en su concepción inicial el enfoque de los sistemas de innovación aparece referido a una realidad nacional, en el caso de España la descentralización de las competencias estatales hacia las autonomías, unido a la concentración de las industrias en regiones particulares e incluso ciudades de un país (que ofrecen un entorno específico ventajoso con respecto a otras regiones), derivan en que en países descentralizados políticamente, tales ámbitos territoriales constituyen el marco para políticas aplicadas por Gobiernos Regionales y locales. [Por90, Por98, Nav01]

Una serie de analistas han adaptado el sistema a nivel regional [BCH96, CGE08], definiendo el término Sistema Regional de Innovación (SRI), como un apartado del propio Nacional, donde las características principales identificables del mismo, no dejen de tener validez al realizar estudios de carácter territorial menor. Así, se puede definir un SRI como:

*“Conjunto de redes entre agentes públicos, privados que interactúan y se retroalimentan en un territorio concreto y específico, aprovechando una infraestructura propia, para generar, adaptar y difundir conocimientos e innovaciones”.*

En general, los procesos de absorción de tecnología extranjera, de creación de tecnología nacional, o de la propia difusión dentro de un territorio, están determinados por numerosos agentes que influyen en la capacidad del propio aprendizaje interactivo de la región. De esta forma, se requiere un esfuerzo y un desarrollo adecuado de la infraestructura local y regional (relaciones entre

empresas, entre estas y el resto de infraestructuras físicas y de soporte; un capital humano adecuado; la acumulación y transferencia de conocimientos; determinadas estructuras productivas, etc.). Por lo tanto, los elementos que configuran el propio Sistema Nacional de Innovación, deben tener coherencia a escala regional.

Para países como España, es necesario tener una visión de este tipo, debido a la variedad de regiones con pautas de comportamiento diferenciadas, donde las propias capacidades de los sistemas, recursos y resultados varían de unos territorios a otros .

En casi todos los países, se han detectado concentraciones geográficas altas de las actividades innovadoras, con algunas regiones con un peso muy elevado en el conjunto del Sistema Nacional de Innovación y otras con pocas actividades innovadoras, muy aisladas. Ello ha conducido a que algunos autores como [Hei01] señalen que, en muchas ocasiones, cuando se habla de un SNI, se suele reflejar el mismo a partir de las características de las regiones más avanzadas. Esto lleva a una pérdida de información de estimado valor en el desarrollo económico y social de la región, y por ende, del propio país, lo que no ayuda a disminuir la brecha entre las regiones de mayor y menor riqueza. Del hecho de tener en cuenta la importancia del carácter regional al llevar a cabo estudios vinculados a la innovación, surge la importancia de diferenciar los propios sistemas regionales dentro de un país, y por lo tanto definir tipologías de Sistemas Regionales de Innovación en función de los recursos y resultados relacionados con los mismos. [Hei01]

Para autores como [LM99,MN99] es de crucial importancia diferenciar los Sistemas Regionales de Innovación menos favorecidos o avanzados dentro de un país, sobre todo, a la hora de desarrollar políticas vinculadas a estos temas. Más concretamente, los citados autores señalan que un primer aspecto a tener en cuenta cuando se realizan estos estudios, es tener presente las características de los sistemas menos avanzados. [Lan97] hace una relación de lo que él llama *Factores estructurales* que afectan a los Sistemas Regionales de Innovación en las regiones menos favorecidas, que se describen a continuación:

- Insuficiente capacidad de las empresas de la región para identificar las necesidades de innovación, así como el conocimiento técnico necesario para

su desarrollo, así como una escasa expresión de la demanda de innovación existente, unido a una baja cualificación y cantidad de infraestructura tecnológica y científica.

- Escasez de intermediarios tecnológicos capaces de identificar y canalizar la demanda de innovación, investigación y desarrollo, hacia la región, el país o el ámbito extranjero responsable de dicha demanda.
- Desarrollo débil del sistema financiero, caracterizado por escasos fondos dirigidos a cubrir el riesgo inherente a los procesos de innovación de las empresas.
- Falta de la dinámica de un sector de los servicios, que ofrezca a las empresas la capacidad para desarrollar la diferenciación de tecnologías en sectores distinguidos por la escasa utilización de recursos propios destinados a la innovación tecnológica.
- Débil cooperación entre los sectores público y privado, y una insuficiente cultura que promueva la cooperación entre empresas.
- Sector tradicional industrial caracterizado por una escasa orientación hacia la innovación, y el predominio de la unidad familiar empresarial, con débiles conexiones con el mercado internacional.
- Mercados pequeños y relativamente cerrados, con una demanda poco sofisticada que no incita a la innovación.
- Escasa participación en proyectos tecnológicos, de I+D, de ámbito internacional, y dificultades para atraer recursos humanos cualificados, así como para acceder al *know-how* externo.
- Existencia de pocas empresas grandes y multinacionales que desarrollen I+D, con escasas conexiones con la economía local.
- Baja participación del sector público en materia de innovación, y escasa adaptación a las propias necesidades regionales.

Dichos factores gozan de gran relevancia en la identificación de tipos de SRI, así como en la planificación y desarrollo de una correcta política científica,

tecnológica e industrial, capaz de corregir las desviaciones, y que realmente ayude a las regiones débiles a converger con las más avanzadas.

## 2.5. Conclusiones

Como hemos visto a lo largo de este capítulo, existen factores externos que van a tener influencia en la capacidad que tengan las empresa de innovar. El enfoque de “Sistema Nacional de Innovación” (SNI), y su variante regional (SRI) ayuda a analizar el impacto que dichos factores externos tienen en el uso que hacen las empresas de la innovación.

El concepto de *sistema de innovación* es un enfoque heurístico, desarrollado para analizar los subsistemas sociales, actores e instituciones que contribuyen de una manera u otra, directa o indirectamente, de forma deliberada o no, a la aparición o producción de la innovación [Smi05, Smi07]. Este enfoque sostiene que la innovación debe ser vista como una evolución, proceso complejo, no lineal e interactivo, en el que hay una co-evolución de los sistemas tecnológico, científico y social [TT05]. El concepto de “*Sistema Nacional de Innovación*” ha sido adoptado como la base para desarrollar y analizar las políticas de innovación en muchos países.

Bajo el modelo conceptual de esta investigación, basada en la importancia del conocimiento como recurso inicial para que las empresas puedan realizar innovación, la principal influencia del SNI en la creación de ventajas competitivas por parte de las empresas se fundamenta en los elementos del sistema que proveen elementos para la generación y asimilación del conocimiento. Este *Sistema de Generación y Asimilación del Conocimiento* (SGAC) está compuesto por las instituciones y organizaciones (universidades, institutos de investigación, empresas, Administración Pública) de los subsistemas de educación, generación y difusión del conocimiento, estructuras de interfaz, aceleradoras del proceso de la innovación, y por último el sector empresarial. La dinámica que se produce por las interacciones entre ellos posibilita la realimentación y generación de nuevas innovaciones, que de otra manera, no sería posible que existieran. A modo de resumen, las principales razones que se derivan del análisis de los Sistemas Nacionales de Innovación son las siguientes: [Nav01, Nav02]

- El proceso de innovación es incierto y no-lineal. El camino de la innovación es impredecible, con procesos diferentes de realimentación y con el concurso de varios agentes del sistema.
- Las organizaciones innovadoras necesitan apoyo de los sistemas de ciencia y tecnología de su entorno, especialmente en el caso de industrias intensivas en tecnología (por ejemplo la biotecnología o la industria farmacéutica por citar algunas). El papel de universidades, centros y parques tecnológicos es clave en el proceso de transferencia de tecnología.
- La cooperación y colaboración entre empresas es clave. La innovación requiere casi siempre de la interacción entre empresas y rara vez aparece en organizaciones aisladas de su entorno.
- La innovación no tecnológica es importante. La innovación no es tan sólo el resultado de la I+D, sino que incorpora conocimiento organizativo, marketing y consideraciones sociales. En particular, la innovación organizativa se ha convertido en clave para la incorporación efectiva de las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación en áreas como la organización productiva, la logística o la distribución.
- La innovación se produce en las empresas de cualquier tamaño. En algunos casos, son las pequeñas empresas las que producen las ideas más innovadoras.
- La innovación no se produce sólo en un reducido conjunto de industrias de alta tecnología, sino que es un proceso ubicuo; se presenta en todos los rincones de la economía; en todos los sectores, desde las industrias maduras y de bajo contenido tecnológico hasta el sector servicios más proclive a generar innovaciones para su desarrollo.

Por tanto, caracterizar adecuadamente el entorno donde una empresa desarrolla su innovación es clave en nuestro objetivo de evaluar el impacto que la misma tiene no sólo en la propia empresa, sino en su entorno más próximo. Como hemos visto en este capítulo, las relaciones entre los agentes del ecosistema de innovación facilitan o dificultan el proceso, por lo que es importante caracterizarlos dado que también tendrán efectos sobre ellos.

## Capítulo 3

# Bases conceptuales y metodológicas de la Evaluación de Impacto

*Lo que no se define no se puede medir.*

*Lo que no se mide, no se puede mejorar.*

*Lo que no se mejora, se degrada siempre.*

William Thomson, Primer barón de Kelvin

Cada vez más, la sociedad demanda información sobre los resultados de las políticas públicas. En el marco de una democracia fortalecida, los mecanismos de transmisión de información sobre la programación, gestión, resultados e impacto de las políticas, programas y proyectos públicos se hacen cada vez más necesarios. De igual forma, los ciudadanos demandan de sus representantes “*buen gobierno*”, que debe basarse en la transparencia, claridad, credibilidad y legitimidad de las intervenciones públicas.

Las Administraciones Públicas, como respuesta a estas demandas, buscan cada vez más, mecanismos que les permitan mejorar su gestión y responder al mismo tiempo, de manera adecuada y capaz de generar impactos en el conjunto social. De igual forma, tratan de encontrar alternativas para involucrarse en un proceso de aprendizaje continuo y fortalecimiento en la toma de decisiones. Las Administraciones Públicas sólo podrán conocer a fondo su gestión y plani-

ficar con base en la experiencia, si inician procesos sistemáticos y coordinados de seguimiento y evaluación de sus políticas, programas y proyectos. Por lo tanto, una metodología consistente y eficaz de seguimiento y evaluación integral, constituye una herramienta útil que les permitirá conocer la relevancia, coherencia, eficacia y eficiencia de las intervenciones públicas, identificar los puntos críticos de las mismas así como las fortalezas y debilidades.

La puesta en marcha de estos mecanismos permite que las Administraciones puedan orientar la planificación de sus políticas públicas, adoptar buenas prácticas, corregir desviaciones, fortalecer la toma de decisiones, ser más transparentes, mejorar la gestión, incrementar la transparencia, potenciar la calidad y brindar legitimidad y credibilidad a las intervenciones.

Si bien es cierto que las Administraciones disponen de una gran cantidad de información que permite evaluar la asignación de sus recursos y las actividades que realizan, y que existe un buen número de técnicas cuantitativas y cualitativas para llevar a cabo la evaluación socioeconómica de este tipo de políticas, no es menos cierto que éstas no exploran todos los ámbitos de actuación de las nuevas políticas de I+D e innovación y en las actividades emergentes que surgen en la actualidad.

Por ello, en este capítulo se realiza un recorrido sobre la importancia de evaluar la ciencia y su análisis al caso de España, así como los fundamentos, momentos, tipologías de evaluación y principales experiencias y metodologías desarrolladas en los últimos años para medir el impacto que la innovación tiene en el Sistema Nacional de Innovación.

### **3.1. La evaluación de la ciencia en España**

Aunque la evaluación rigurosa y sistemática del sistema científico español es una realidad muy reciente, toda nuestra historia científica está plagada de juicios valorativos sobre el nivel de la ciencia y la técnica [MAG<sup>+</sup>03].

Las malas valoraciones de la ciencia española han tenido poco fundamento en la realidad, y su afán polemista y regeneracionista hizo que se silenciaron esfuerzos y méritos indiscutibles de determinados científicos españoles [S99].

El afán por mejorar hizo resaltar las carencias y las debilidades más que las fortalezas. Esta dinámica genera una percepción de la ciencia española, dominante hasta los años 60, que oscila entre el derrotismo y el triunfalismo, sin posturas intermedias.

En 1958, motivado por el contexto político y económico de la época, se crea la Comisión Asesora de la Investigación Científica y Técnica (CAICYT), que ejecuta el primer intento de evaluar de forma sistemática la ciencia española. Esta comisión, evalúa la producción científica del país y elabora informes de conclusiones. Este modelo perdura hasta 1983 que la CAICYT se reestructura y en 1986 se publica la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, creando la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP). [MAG<sup>+</sup>03, CDT09]

Conjuntamente a este proceso, el ingreso de España en la Comunidad Económica Europea generó una integración de la dinámica científica española dentro de las experiencias evaluativas europeas, incorporándose a los sistemas de contabilidad y evaluación dominantes. En este contexto, la ANEP incrementa su papel llegando a contar con 7.000 evaluadores en el 1990, gran parte de ellos extranjeros [FdC02]. De forma análoga, los organismos públicos de investigación se unen a la dinámica de modernización de la administración pública y, siguiendo las directrices de la OCDE, se incrementan todos los procesos de evaluación, en muchos casos usando modelos vinculados a la gestión de calidad. [MR89]

La transformación en las funciones que ha sufrido la ANEP (convertida en ANECA), según apunta [MAG<sup>+</sup>03], asumiendo importantes tareas en la evaluación del mérito investigador de los trabajadores públicos del sistema de I+D, genera un debate fuerte acerca de la necesidad de replantear la existencia de una única agencia responsable de evaluación, al mismo tiempo que proliferan dentro de todo el sistema diferentes fórmulas de evaluación (evaluación de personal investigador, de centros, del sistema nacional de I+D, de la eficacia de las políticas, del impacto social, etc.).

Lo importante de cara a la eficacia del sistema de ciencia y tecnología español es la existencia de una sistemática de evaluación en todos los niveles de actuación y la creación de una cultura realmente abierta a estos procesos.

El sistema español se encuentra dentro de este proceso, pero cuenta para enfrentarse a él con fuertes obstáculos, basados en muchos casos en el hecho de que la evaluación se percibe como control y no como oportunidad de mejora. De la capacidad que se tenga para transmitir esta función de mejora asociada a la evaluación, dependerá la futura evolución de este proceso. [MAG<sup>+</sup>03]

### 3.2. La evaluación de impacto: conceptos y modelos

El interés por la evaluación de políticas públicas de I+D e innovación se deriva, entre otros factores, de la importancia que organismos de rango internacional, como la OCDE, han ido otorgando a la I+D+i, como elemento fundamental para el bienestar social, el desarrollo y la competitividad. Más concretamente, la innovación ha comenzado a verse como un proceso interactivo y complejo en el que toman parte una gran variedad de agentes, y en el que las conexiones y retroalimentaciones entre ellos son fundamentales para su creación, desarrollo y difusión. La innovación, en sus diferentes versiones, es la fuerza motriz que conduce a los sistemas económicos actuales al desarrollo y el progreso.

El conocimiento y los recursos para la innovación deben fluir continuamente y generar valor dentro del conjunto geográfico.

La pregunta central a la que pretende dar respuesta una evaluación de impacto de una política pública es “*¿qué hubiera pasado con los beneficiarios y su entorno que recibieron la intervención pública si no hubieran recibido este mismo programa público?*”. Claramente no es posible observar el mismo grupo atendiendo a si recibieron o no intervención pública. Por lo tanto, el principal reto de la evaluación es desarrollar una metodología de evaluación de impacto que permita establecer una causa definitiva mediante la atribución de los cambios observados en los beneficiarios y la eliminación de aquellos factores perturbadores de la medición.

### 3.2.1. El sentido de la evaluación en el ámbito de las políticas públicas

Para comenzar esta sección, es necesario definir qué se entiende por *evaluación*, para, posteriormente, poder aplicarlo al ámbito de la innovación. Evaluar es, básicamente, realizar una medida con criterios científicos y comparar los resultados con un canon de deseabilidad. En este sentido tan abierto, la evaluación es una actividad que ha acompañado al hombre desde los primeros estudios de la cultura. [Mon05]

Ahora bien, la evaluación como un proceso formalizado y consensuado por un determinado colectivo, es un proceso reciente que se ha desarrollado en la esfera pública y privada durante la segunda mitad del siglo XX, convirtiéndose en las últimas décadas en un verdadero movimiento académico, político y social. El crecimiento tan intenso de la evaluación contemporánea puede explicarse a partir de determinados fenómenos:

- **Preocupación por la eficiencia administrativa del sector público.** Autores como [Rip03, MAG<sup>+</sup>03] identifican como razón principal la necesidad de disponer de información para tomar decisiones tanto a nivel micro (por ejemplo, aquellas relacionadas con la continuidad o no de un proyecto); como a nivel macro (por ejemplo, la asignación de fondos públicos para un programa de fomento de la I+D). En este sentido, una evaluación permite mejorar las políticas con el tiempo, para hacer más efectivas sus actuaciones; es decir, proveer información útil para apoyar dichos procesos de aprendizaje y evolución.
- **Nuevos modelos de gestión**, basado en la idea de que *“lo que no se puede medir, no existe”*. Esta necesidad de medir, ha provocado la aparición de mecanismos de evaluación de todos los ámbitos y dimensiones del proceso empresarial (evaluación de la calidad, del desempeño profesional, de la imagen de la organización, de clima laboral, etc.). [Uda91, Mon05]
- **La democratización de la vida organizativa y política.** Como sugiere [Mon05] la evaluación cuestiona en muchos casos la acción del poder. Por esta razón, la evaluación del impacto de la eficacia de políticas

ha sido un ejercicio muy tardío en su desarrollo, ya que exige una sociedad madura democráticamente. No obstante, el vertiginoso desarrollo de las TIC ha permitido que el ciudadano pueda participar de una manera más activa en el desarrollo de las iniciativas y políticas. La actual coyuntura económica ha propiciado la necesidad cada vez más importante, de realizar evaluaciones de las actuaciones desarrolladas, y aquellas que están en proceso de desarrollo, con el objetivo de optimizar los recursos, cada vez más escasos, del territorio.

### 3.2.2. Conceptos básicos

Como hemos visto en sección anterior, al hablar de evaluación, existen múltiples tipologías y dimensiones de análisis en los que es posible hablar de evaluación (evaluación de rendimiento, de eficacia, de impacto, etc.). Para centrar el análisis, partimos de que la idea de que, pese a la diversidad, la evaluación debe cumplir los siguientes aspectos: [Mon05]

1. Se trata de un **proceso de medición**, en el sentido más amplio del término: cuantitativa, cualitativa, por intervalos, etc.
2. Es un proceso globalmente **aceptado**; es decir, es un proceso que cuenta con un acuerdo social tanto en los indicadores seleccionados como en los procedimientos de medida, evaluadores, métodos, etc. Por tanto, la evaluación es un conocimiento que persigue la objetividad y que tiene pretensiones de ser aceptado y legitimado. Para ello debe siempre basarse en reglas de consenso. Por su gran importancia política el proceso debe contar tanto con personal técnico, político y social.
3. Sus **resultados deben ser comparables** con un canon de deseabilidad. La evaluación es una medición — es decir, una comparación con una escala— a la que se añade una función un poco más difusa, que puede denominarse “valoración”.

Como apunta [Scr91], la evaluación no es una mera acumulación de datos relevantes para la toma de decisiones, sino las conclusiones sobre el mérito y el

beneficio neto de una actuación. Por ello, debe comprender tanto una descripción del rendimiento o desempeño (*performance*) de la entidad que está siendo evaluada, como los criterios o estándar a partir del cual dicha entidad puede ser valorada. Evaluar, por tanto, comporta una doble comparación: [Mon05]

- Por un lado se compara una actuación con un canon de medida (lo que llamamos propiamente medir).
- Posteriormente se compara la medida que hemos obtenido con un canon de referencia, ya sea establecido por las consecuencias de la acción o por una comparación con otra entidad o cualquier otra escala de valores definidas (lo que llamamos propiamente valorar).

Por tanto, en el proceso de evaluación, fijar el canon de deseabilidad contra el cual comparar los resultados obtenidos de una medida previa, es el aspecto clave de todo proceso de evaluación. Existe una amplia literatura que trata la problemática de definir o clasificar los criterios más frecuentes en todo proceso de evaluación. A modo de síntesis, pueden considerarse los siguientes: [Scr91, Mon05]

- **Los objetivos de partida.** Este criterio es ampliamente utilizado en los instrumentos de evaluación desarrollados desde la perspectiva del *Programming Planning & Budgeting System*<sup>1</sup>. — PPB —. [Gro68]
- **Modelos de referencia.** Comparar la acción con un modelo definido para otro entorno es la base para dar valor a unos datos. Dentro de esta categoría se encuentra la evaluación comparada o *benchmarking*, ampliamente utilizada para el análisis de entorno tanto a nivel técnico, político y económico.
- **Satisfacción del cliente.** Este criterio está ampliamente utilizado en las evaluaciones de calidad, que parten de que el objetivo primordial de

---

<sup>1</sup>Desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, describe una aproximación para introducir una sistemática de análisis para la planificación, programación y asignación presupuestaria. Ha sido el modelo más utilizado durante las últimas décadas debido a la claridad de sus criterios. No obstante, como desventaja importante está el hecho de que elimina el conjunto efectos no incluidos en los objetivos

cualquier organización, es que *su* cliente esté satisfecho (a nivel público entendemos “cliente” como *ciudadano*, mientras que a nivel “privado”, se considera “cliente” como cualquier usuario de la empresa, sea público o privado). Este planteamiento, enfatiza la medición de los factores que suponen un incremento en la satisfacción del cliente. Dado lo subjetivo del concepto “satisfacción del cliente”, este criterio se suele aplicar en la evaluación de la prestación de un determinado servicio, no en el contexto de una evaluación de un proyecto de innovación o, en última instancia, la evaluación de una política.

- **Valores socialmente aceptados.** Este criterio se apoya en preferencias que están justificadas, bien sea moralmente, a través de un razonamiento o como consecuencia de un juicio estético [Klu51, Mon05]. Para ilustrar este criterio, pensemos en la evaluación en la creación de empleo. Este caso muestra una transformación que se considera positiva sin demasiado debate puesto que se trata de un valor incuestionable en nuestro entorno. Sin embargo, otros cambios como el acceso a la información, por ejemplo, pueden requerir ser valorados necesitando un proceso de consenso.

Una vez definidos los conceptos básicos asociados al proceso de evaluación, en el siguiente epígrafe, caracterizaremos los motivos o razones por las que se lleva a cabo un proceso de evaluación (tipos de evaluación en función del objetivo), **qué se evalúa** (lo que condiciona el tipo de evaluación en función del objeto de evaluación), **quién evalúa** (tipos de evaluación en función del sujeto de evaluación), y **cómo se evalúa** (tipos de evaluación en función del método empleado). [Mon05]

### ¿Qué se evalúa? Tipos de evaluación en función del objetivo de evaluación

Realizar una clasificación de tipos de evaluación es un ejercicio muy complejo, ya que en general, todo es susceptible de ser medido y valorado. Por ello, para facilitar la tarea de categorizar los diferentes tipos de evaluación existentes, podemos atender a la siguiente clasificación propuesta por [Mon05]:

- **Evaluación de características o de valoración**, que evalúa una realidad en un momento concreto (análisis estático) y se valora cualquier dimensión de ella: evaluación de capacidades físicas, de calidad mérito científico de una teoría, novedad de un avance tecnológico etc.
- **Evaluación de actuaciones**, se refiere a la valoración de los resultados o de la eficacia de una actuación realizada por un agente del sector público o privado.

No obstante, en general, en la literatura existente sobre el tema al referirnos a una actuación de evaluación, en general nos referimos a la evaluación de actuaciones (principalmente encontramos referencias a evaluaciones medioambientales, educativas y de desarrollo regional). Si consideramos el ámbito de evaluación de actuaciones políticas, podemos clasificar la siguientes tipologías de evaluación, en función del objetivo o actuación que evalúan [Mon05] (ver Figura 3.1)



Figura 3.1: Tipologías de evaluación de actuaciones políticas. Fuente: Elaboración propia

Además de la evaluación de políticas y actuaciones, también podemos llevar a cabo evaluaciones de programas, proyectos [Fre02] ó incluso instituciones tal y como se describe a continuación:

- **Evaluación de programas** valora la colección de proyectos que lo componen, determinando la utilidad de las actividades y las estrategias realizando un análisis cruzado de los proyectos. Una evaluación en profundidad puede requerir que el programa ya haya finalizado.
- **Evaluación de proyectos**, que se centra en uno de los proyectos desarrollado bajo el paraguas de un programa. La evaluación ofrece información que permite mejorar el proyecto según se desarrolla, analizando la desviación del mismo de los objetivos definidos inicialmente tanto en tiempo, recursos y objetivos planificados. Idealmente, la evaluación es una actividad planificada en el proyecto, por lo que la recogida de datos del proyecto es una actividad que comienza una vez que el proyecto se ha puesto en marcha.
- **Evaluación de instituciones u organizaciones**, que evalúa el grado de desviación de la misma de los objetivos definidos en su estrategia. Suele incorporar elementos que requieren criterios de satisfacción de clientes (ver epígrafe 3.2.2), así como criterios socialmente aceptados para el análisis de los resultados obtenidos. Este tipo de evaluaciones han ganado popularidad en los últimos años, derivado del contexto de reducción presupuestaria, al objeto de caracterizar el valor que la existencia de dichas instituciones (generalmente entidades públicas), aportan al ciudadano y la sociedad.

Respecto a la **dimensión o el ámbito de evaluación**, la literatura contempla generalmente las siguientes: [Fre02, Mon05]

- **Económica**, centrada en el análisis de la distribución de recursos, siempre escasos, y susceptibles de usos alternativos. La evaluación económica de un proyecto se centra exclusivamente en los recursos y en su distribución, con una tendencia a considerar fundamentalmente los recursos monetarios y el retorno de la inversión (ROI). En una interpretación más moderna de la economía, los recursos pueden ampliarse a dimensiones intangibles y en ese caso, la dimensión económica y la social convergen — como en el caso de las externalidades positivas derivadas de la intervención pública sobre los sistemas de innovación—. También puede aplicarse

a las externalidades negativas para el entorno físico, caso en el que converge con la dimensión ambiental.

- **Ambiental**, que hace referencia a las transformaciones e interacciones entre el ser humano y el entorno, especialmente por la ejecución de un determinado proyecto.
- **Psicológica**, que hace referencia a las transformaciones en la conducta individual, tanto en términos de coste como de beneficio.
- **Social**, que se refiere a la distribución de recursos no económicos — como pueden ser los riesgos en una concepción no tecnocrática de la gestión de riesgos—, a la estructuración de los poderes y a las tendencias de cambio no evaluables en términos de recursos económicos.
- **Cultural**, se refiere a la esfera de los intangibles compartidos, es decir, las representaciones, creencias, normas, valores y actitudes que comparte la sociedad.

Así mismo, hay evaluaciones centradas en la dimensión sanitaria y otras muchas centradas en ámbitos muy diversos. No obstante, no es el objetivo de este epígrafe analizarlas todas, sino caracterizar aquellas que de alguna u otra manera, tienen importancia en el objetivo de la tesis, que no es otro que evaluar el impacto que la innovación empresarial tiene tanto en la propia empresa (evaluación institucional), como en el territorio (evaluación económica y social).

#### ¿Quién evalúa? Tipos de evaluación según el sujeto de evaluación

En el epígrafe 3.2.2, determinábamos que a la hora de llevar a cabo una evaluación, es necesario que todos los agentes (tanto técnicos como políticos), formen parte del proceso. De otra forma, los resultados que se obtienen pueden estar sesgados por la propia interpretación que uno u otro colectivo puedan realizar de los mismos. De esta manera, se podría considerar entonces una clasificación de evaluaciones multilaterales frente a evaluaciones unilaterales, si nos referimos a evaluaciones conducidas por una única instancia o varias. De igual forma, podemos hablar de evaluaciones externas, internas y mixtas,

dependiendo del rol que ocupa el responsable del proceso de evaluación frente a la organización. Es decir:

- La **evaluación externa** es aquella que es realizada por agentes externos a la organización sujeta a evaluación. Tal y como describe [Mon05] estos agentes pueden ser instancias independientes u órganos vinculados a los centros de poder que han provisto recursos para poner en marcha una línea de actuación. En otros casos, esta evaluación externa la realizan los pares o iguales, como en el caso de la valoración de la calidad de la producción científica — *peer review* —. La evaluación externa es el modelo habitual cuando la finalidad es el control — control de gasto, de recursos, etc.—.
- La **evaluación interna**, como su propio término indica, es realizada por la misma organización que es objeto de evaluación. En este caso tanto el objeto como sujeto coinciden en la misma organización (aunque no necesariamente deben ser ni la misma persona, ni el mismo departamento o equipo). En el caso de que exista esta coincidencia, el proceso se denomina “autoevaluación”.
- **Evaluación mixta**, que incorpora tanto a agentes internos como externos de la organización y, generalmente, puede presentar dos tipos de estructura:
  - Proceso de autoevaluación que posteriormente se somete al análisis de un evaluador externo para su refrendo o corrección. Este tipo de evaluaciones son muy comunes en los ámbitos empresariales a la hora de evaluar el sistema de calidad de una empresa (se requiere una autoevaluación previa por parte de la empresa — auditoría interna — que posteriormente será evaluada por una entidad certificadora externa).
  - Proceso de evaluación que estructura un participantes internos y externos a la organización. En este caso, se suele hablar de evaluación participativa y se basa en la búsqueda de consenso en la toma de decisiones o en las propuestas de mejora. Estas evaluaciones son consideradas, generalmente, en los procesos de análisis y formulación

estratégicas que requieren una evaluación previa de la organización, por lo que al análisis externo se incorpora una evaluación de la organización proveniente del concurso de agentes pertenecientes a la organización.

Como se puede inferir de la lectura de las definiciones anteriores, la evaluación participativa cuenta con retos y dificultades metodológicas importantes, ya que para su aplicación es necesario llevar a cabo un proceso de selección de participantes en base a determinados criterios, eliminar el sesgo personal de las opiniones de los participantes, etc. [Mon05]. Aún así, este tipo de evaluación es un complemento muy eficaz a evaluaciones complejas donde se pretenden medir aspectos cualitativos que difícilmente pueden ser recogidos en estadísticas y que responden a cuestiones muy cercanas a la realidad de los participantes. Por ello, para el objeto de nuestra tesis, se convierte en una herramienta muy eficaz, ya que nos permitirá obtener información de la organización que desarrolla y ejecuta el proyecto de I+D+i.

### **¿Razones para la evaluación? Tipos de evaluación en función del objetivo**

Las razones para evaluar son muy diversas y, en función del tipo de evaluación a desarrollar como explica [Mon05], pueden coexistir varias finalidades — o ser incluso mutuamente contradictorias—. Tras un análisis de la literatura existente, podemos agrupar dichas razones en las que se presentan a continuación:

1. **Control de los procesos y rendición de cuentas.** Con mucha frecuencia se realizan evaluaciones para controlar los procesos, de cara a sancionar o recompensar a los actores. Estas evaluaciones de control pueden ser:
  - El control normativo, que generalmente recibe el nombre de inspección, comprueba si una determinada línea de actuación ha vulnerado o no la normativa legal vigente.

- El control de procedimientos, que intenta medir si los procesos se han realizado cumpliendo los protocolos establecidos. Este control de procedimientos se suele basar en controles estadísticos y contables.
  - El control de eficacia, dentro del cual no tiene especial interés la adecuación a procedimientos y normas, sino el análisis de las dimensiones que han condicionado positiva o negativamente la eficacia de una actuación. Cuando este análisis se realiza siguiendo un modelo cuantitativo se suele denominar auditoría operativa o auditoría de gestión. Este control puede ser *ex-post* o de seguimiento, en función de que sea respecto a una actuación finalizada sin posibilidad de corrección (control *ex-post*) o, al contrario, se realice en hitos significativos del proceso que permitan correcciones y reorientaciones tácticas (control de seguimiento).
2. **Apoyo a la decisión.** Son las evaluaciones que se basan en la recogida de información de cara a seleccionar la mejor alternativa dentro de un grupo de opciones. Se trata de evaluaciones *ex ante*, de cara a la consecución de unos objetivos propuestos.
  3. **Mejora continua y evolución estratégica.** Este tipo de evaluaciones parte del principio de que toda actuación es mejorable y centra su análisis en las formas de incrementar los resultados.
  4. **Funciones asociadas.** Junto a las tres finalidades principales descritas, pueden existir otras funciones paralelas que, sin ser centrales para el proceso, suponen beneficios asociados: [Mon05]
    - Motivación de las personas implicadas en un proceso. La ausencia de realimentación con el resultado de las acciones se considera tradicionalmente un elemento desmotivador. Es cierto que la evaluación, cuando es negativa, puede generar tensiones y suscitar resistencias en muchos trabajadores, pero los estudios empíricos respaldan cada vez más la idea de que la evaluación motiva.
    - Efecto creativo. La evaluación no sólo ayuda a discernir entre alternativas, sino que con frecuencia apoya al desarrollo creativo de

alternativas. Una evaluación correcta genera datos que mejoran tanto la decisión como la calidad de las alternativas.

- Efecto de participación, formación, implicación. Cuando una evaluación es participativa e implica a diferentes colectivos, generan como resultado un incremento de la formación y la implicación de colectivos tradicionalmente excluidos de estos procesos.

### ¿Cuándo se evalúa? Tipos de evaluación en función del momento de realización

La evaluación de impacto, al igual que cualquier otra evaluación, puede realizarse antes (*ex-ante*), durante o después (*ex-post*) de la ejecución de un proyecto, programa, política o actuación.

En la evaluación de impacto *ex-ante*, los resultados se evalúan antes de que el impacto tenga lugar, en la misma etapa en la que se diseñan las intervenciones públicas, o las diferentes actuaciones a acometer en el caso de ámbito privado. El propósito de esta valoración es apoyar la toma de decisiones relacionadas con la inversión y con la asignación de recursos [DÓ2]. Este tipo de evaluación implica una simulación o análisis prospectivo de los resultados que generan las intervenciones. [NKOP06]

La evaluación de impacto *ex-ante* se ubica entre las etapas de “formulación en el ciclo del proyecto” (definición de objetivos y diseño de productos) y el análisis de costes y beneficios. Esto permite realizar ajustes al diseño del proyecto en función de los objetivos formulados. Además, complementa el análisis de costes y beneficios (mediante la construcción de indicadores de costo por unidad de impacto), suministrando así información adicional en la decisión de inversión.

La **evaluación intermedia** del impacto se realiza durante la implementación de una intervención política como primera revisión de su progreso, pronóstico de los efectos más probables de la intervención y como vía de identificación de los ajustes necesarios en el diseño y la ejecución de la intervención.

La evaluación de impacto *ex-post* se centra en medir la magnitud de los cambios producidos, y relaciona la causa de estos cambios con los productos

ofrecidos por las intervenciones públicas. En este tipo de evaluación de impacto, las políticas, programas y proyectos (por ejemplo: programas de empleo, capacitación, salud, compra de una tecnología, etc.) se corresponden con las causas, y por lo tanto, sus efectos son todos los cambios en las condiciones de los beneficiarios (en el corto, medio y largo plazo), medidos como los cambios en determinadas variables de impacto (o variables de resultado) que le son atribuibles a la intervención.

El impacto no es tanto criterio de evaluación en sí mismo, sino más bien es un nivel del efecto o resultado generado en los grupos de interés y en el entorno. No obstante, debido a la complejidad de la medición y de la abundancia de técnicas y definiciones que han sido desarrolladas en torno a este concepto, el impacto cada vez más es considerado como criterio de evaluación propio.

### 3.3. Evaluación socioeconómica de la I+D+i

#### 3.3.1. Introducción

Una vez introducidos los conceptos básicos acerca de lo que se entiende por evaluación en un sentido general, en esta sección vamos a particularizar el análisis al ámbito de la innovación. Para ello, vamos a partir de la aproximación al modelo del ciclo de vida de un proyecto, utilizado ampliamente por la Comisión Europea que se muestra en la Figura 3.2). En este modelo se detallan los elementos del ciclo de vida de una actividad (proyecto o programa) y su relación con las necesidades; es decir, los problemas socioeconómicos que justifican su financiación. En él se entiende que toda actividad precisa de unos **inputs** (recursos humanos y financieros) para producir unos **outputs** y unos **efectos** – de dos tipos, resultados (*outcomes*) e impactos (*impacts*)– que se relacionan con los distintos niveles de objetivos de dicha actividad. [Mai03, MAG<sup>+</sup>03] Posteriormente, caracterizaremos cuándo es el momento oportuno para realizar una evaluación, las razones asociadas, el proyecto o actuación en materia de I+D+i a evaluar, los principios de evaluación a seguir, agentes involucrados y los principales instrumentos potencialmente evaluables dentro de la política de impulso a la innovación.

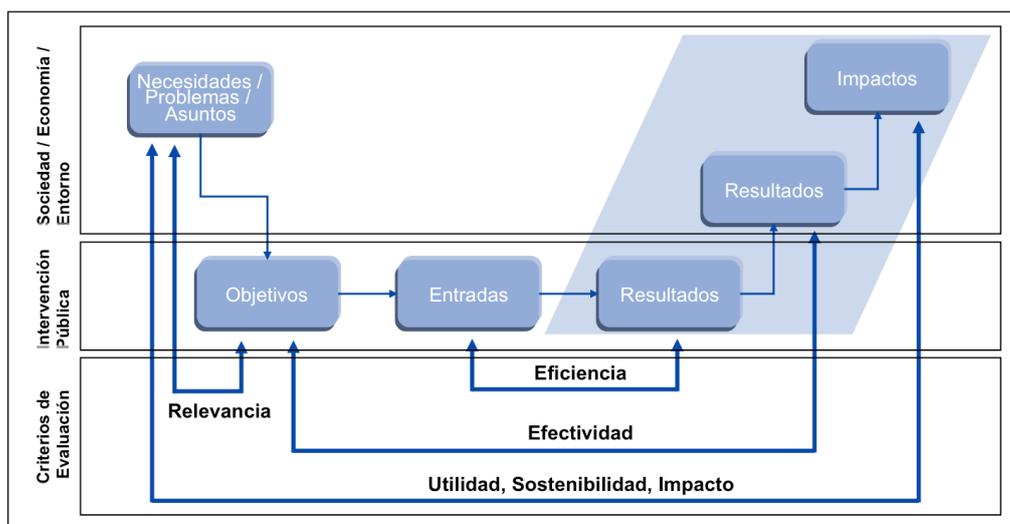


Figura 3.2: Procesos de una intervención pública y criterios básicos de evaluación. Fuente: [Mai03].

Para ilustrar lo anterior, como sugiere [Mon05], tomemos como ejemplo un programa público que pretenda impulsar del desarrollo empresarial y la innovación mediante la vertebración del sistema de innovación regional (objetivo global), a través del reforzamiento de los vínculos universidad-centros tecnológicos y centros tecnológicos-empresa (objetivos específicos). Para ello se convocan ayudas públicas para la realización de actividades de transferencia de tecnología entre estos tres actores del sistema de innovación (objetivos operativos).

En este ejemplo, los *outputs* serán los bienes y servicios producidos directamente por cada una de las actividades financiadas, y que se corresponden con objetivos operativos del programa (es decir artículos publicados, patentes, innovaciones puestas en marcha en las empresas. Los **resultados** serán los efectos inmediatos o directos vinculados a objetivos específicos de la actividad; en el ejemplo, serán las relaciones con terceros generadas durante la realización de los proyectos; el conocimiento generado en cada organización — que no finaliza en las publicaciones y las patentes — y el transferido entre los actores, que no se limita a aquel aplicado en los proyectos; el incremento de la capacidad tecnológica de las empresas, que no se agota en las innovaciones puestas en

marcha. Los **impactos**<sup>2</sup>, por último, se entienden como efectos a largo plazo — y en algunos casos indirectos — relacionados con los objetivos globales de la actividad. En el ejemplo, serán los vínculos que permanecen entre los actores en el largo plazo, los proyectos adicionales que se pueden derivar de los financiados por el programa, los beneficios de explotación de las patentes, el reforzamiento de las instituciones, la confianza mutua instalada en el sistema, etc.

Partiendo de estos conceptos, se definen seis criterios básicos de evaluación: [MAG<sup>+</sup>03, Mon05, Rui09]

- **Coherencia.** Es un criterio de control, orientado a verificar que el área geográfica considerada en la evaluación es coherente con la financiación que se recibe.
- **Pertinencia.** Es un criterio de marcado carácter político y está orientado a conocer el grado de adecuación de los objetivos y las líneas de actuación definidas en un programa o política de innovación, a las necesidades de los diferentes sectores empresariales, así como a la problemática socio-económica existente. Por lo tanto, es un criterio delicado ya que discutir sobre su adecuación, supone pensar en alternativas o en la no continuidad de la política que se está ejecutando.
- **Eficiencia.** Es el criterio que mide el ajuste ente los inputs movilizados y los outputs y resultados de la actividad, planteando preguntas como: ¿se han alcanzado los objetivos operativos al menor coste?, o ¿es posible obtener los mismos resultados con menos coste? Las herramientas más habituales para evaluar este criterio son el análisis coste-beneficio y el análisis coste-efectividad (como se verá en el capítulo 4).
- **Eficacia.** Refleja el grado en el que se han alcanzado los objetivos planteados en el programa como consecuencia de los efectos que de él se han derivado, sin considerar los costes en que se ha incurrido para ello. Las

---

<sup>2</sup>Hay que ser especialmente cuidadoso a la hora de utilizar este término para no confundir el término anglosajón *outcome*, entendido como los resultados del programa en sí, pero no los efectos posteriores que la realización de dicho programa pueda tener de forma indirecta tanto en la economía, sociedad, etc.

preguntas son por tanto del tipo: *¿se han conseguido los objetivos globales y específicos planteados?, ¿en que grado?*.

- **Utilidad y la sostenibilidad.** Evalúan los impactos en relación con las necesidades socioeconómicas que el programa pretendía abordar. Dan por tanto idea de la contribución real del programa a la resolución de problemas socioeconómicos y del mantenimiento en el tiempo de los impactos alcanzados.
- **Relevancia.** Criterio referido a la información cuando ejerce influencia sobre las decisiones económicas de quienes las utilizan, ayudándoles a evaluar sucesos pasados, presentes o futuros, o bien a confirmar o corregir evaluaciones realizadas anteriormente.

Una vez presentados todos estos conceptos, podemos adaptar la definición de evaluación y aplicarla al ámbito de la innovación tal y como sugieren [Fah02, Mon05] como sigue:

*“...la evaluación es un proceso sistemático y objetivo que valora la relevancia, eficiencia y eficacia de las políticas, programas y proyectos a partir de los objetivos establecidos. Un proceso que incorpora en paralelo una aproximación teórica y práctica, y cuyos resultados realimentan la acción política, provocando un proceso continuo de aprendizaje. Desde este presupuesto, la evaluación permite incorporar una dinámica de transparencia y rendición de cuentas al proceso político que enriquece la lógica de la formulación y la revisión política.”*

Esta definición contempla como criterios de evaluación los tres elementos que dan cuenta del éxito de una intervención — la **relevancia** / **pertinencia**, la **eficiencia** y la **eficacia** —. En segundo lugar, supera el papel tradicional de la evaluación como mera rendición de cuentas para incorporar otras dos funcionalidades: la de apoyo a la toma de decisiones y la de palanca de cambio estratégico de las políticas, al ser incorporada la evaluación en la lógica de revisión y formulación de las políticas con un espíritu de aprendizaje continuo.

Además de los criterios de evaluación introducidos, [Mai03, OG03, Mon05] sugieren definir los **principios de evaluación**. Se trata de valores y requisitos prácticos que es necesario tener en cuenta para realizar una buena evaluación. Para ellos, una evaluación debe ser:

- **Analítica**, y debe basarse en técnicas de investigación reconocidas y aceptadas.
- **Sistemática**, y usar de forma apropiada y metódica las técnicas elegidas.
- **Objetiva, imparcial y fiable**, es decir, los implicados en la realización de la evaluación deben realizarla de manera honesta y con criterios objetivos, de manera que los resultados puedan ser replicables por otros evaluadores que manejen los mismos datos y utilicen las mismas técnicas.
- **Transparente**, donde todos los interesados en el proceso de la evaluación conozcan los principios y procedimientos aplicados, así como tener acceso a los resultados.
- **Confidencial**. Es muy importante que el proceso de evaluación y la información manejada por los responsables de la evaluación, gestores, técnicos, etc. sea confidencial para que la evaluación no se contamine o condicione por influencias externas.
- **Ágil y flexible**, es decir, el procedimiento de evaluación no debe sobrecargar de trabajo al organismo gestor, los evaluadores y a la organización evaluada, por lo que es necesario ajustarla en lo posible tanto a las necesidades de cada organización y a los recursos disponibles.
- **Orientada a la resolución de problemas**, centrando la evaluación en los aspectos y cuestiones importantes de la política, programa, proyecto o actuación, relacionadas con su relevancia, eficiencia y eficacia.
- **Enfocada a la utilización de resultados**. La evaluación debe diseñarse y ejecutarse con el objetivo de generar información de utilidad para el organismo evaluado (sea un *Policy Maker*, o responsable de un organismo público, como comentamos en la sección 3.2.2 relativa a la evaluación de una organización o institución).

#### 3.3.2. ¿Para quien evaluar?

A la hora de llevar a cabo una evaluación de la innovación, es fundamental tener claro quién es el destinatario último de la evaluación, ya que, como hemos visto en secciones anteriores, el proceso de la evaluación es un proceso social (incorpora la dimensión social dado que en muchas ocasiones se necesita como información de complemento aquella que es obtenida mediante métodos o técnicas cualitativas), que incorpora prácticas y culturas organizativas y que se desarrolla mediante la interacción de un conjunto variado de individuos y organizaciones. De esta forma, la Figura 3.3 muestra una posible clasificación de los agentes que intervienen en un proceso de evaluación de una política, proyecto o actuación en innovación. [OG03, Mon05]



Figura 3.3: Roles involucrados en el proceso de evaluación de una política o actuación en materia de I+D o I+D+i. Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 3.3, en el círculo central encontramos los siguientes perfiles:

- **Organismo planificador.** Es el que diseña la intervención en respuesta sus objetivos estratégicos. Este es el caso, por ejemplo, de la Administración, la universidad, la empresa o un centro privado de investigación. Es por tanto, en términos clásicos, el cliente de la evaluación.
- **Organismo gestor.** Es la entidad que administra un programa o proyecto de I+D o innovación, gestionando los recursos necesarios para ello (piénsese en la empresa o departamento de la empresa que media entre quien provee y quién ejecuta los fondos para la ejecución de un determinado proyecto).

- **Responsable del proyecto o ejecutor.** Es el que ejecuta el proyecto específico, es decir, el director de un grupo o centro de investigación, el receptor de una beca o el director del equipo de proyecto en una empresa.
- **Evaluador interno.** Es el profesional u organismo que, siendo dependiente de alguno de los agentes anteriores, desarrolla alguna de las tareas de evaluación.
- **Evaluador externo.** Es el profesional u organismo que, siendo independiente de los agentes anteriores, desarrolla alguna de las tareas de evaluación.

### 3.3.3. ¿Por qué evaluar?

Las razones por las que se decide realizar un estudio de impacto económico de proyectos, programas, actuaciones o políticas públicas de I+D e Innovación pueden ser variadas. En primer lugar, aparece la necesidad de rendir cuentas de la administración a la sociedad. Es la función de control, y ha evolucionado desde una mera auditoría de gasto para pasar a contabilizar con mayor detalle la investigación, utilizando indicadores de desempeño: publicaciones, patentes, etc. Autores como [Rip03, Mon05] identifican como razón la necesidad de disponer de información para tomar decisiones tanto a nivel micro (por ejemplo, aquéllas relacionadas con la continuidad o no de un proyecto); como a nivel macro (por ejemplo, la asignación de fondos públicos para un programa de fomento de la I+D). En este sentido, una evaluación permite mejorar las políticas con el tiempo para hacer más efectivas sus actuaciones; es decir, proveer información útil para apoyar dichos procesos de aprendizaje y evolución. Desde el punto de vista económico y social de las políticas públicas de I+D e innovación, una evaluación permitiría también:

1. **Conocer las interrelaciones económicas y sociales que genera la actividad**, a través de:
  - La identificación y análisis de los agentes involucrados en la organización y gestión de los programas públicos objeto de análisis y las interrelaciones económicas existentes entre ambos.

- La identificación de los conceptos de gasto que genera la actividad, no sólo desde el punto de vista del presupuesto propio y los servicios prestados directamente, sino también actividades a las que se suman otros agentes colaboradores en la prestación de servicios.
- La facilitación de una visión global de lo que representa el programa o política en la generación de un entorno empresarial y sectorial específico.

2. **Contemplar la actividad pública como una fuente de generación de riqueza y empleo**, a través de:

- La evaluación en términos de agregados macroeconómicos (PIB, empleo, retornos fiscales) de la riqueza generada por las actividades desarrolladas desde la institución pública.
- El cálculo del efecto en cascada que se produce en la economía y en el empleo del entorno de referencia y de la región como consecuencia de la actividad promovida por la institución pública.

3. **Evaluar la importancia estratégica para el entorno geográfico de influencia**, teniendo en cuenta, a través de la valoración del interés estratégico **del programa público**, (desde el punto de vista de su aportación al entorno y a sectores económicos que no existirían sin su presencia), la aportación a la calidad de vida de los ciudadanos, etc.

Pero además, desde el punto de vista del sector privado, una evaluación del impacto de la actividad empresarial, más allá de generación de riqueza y empleo a través de sus actuaciones, permitiría:

1. **Evaluar la evolución estratégica de una empresa** a través del análisis de la evolución de la cultura corporativa (entendida como el impacto que la realización del proyecto ha tenido en la visión de la I+D+i como una actividad “colaborativa” y de “riesgo”, reflejados en indicadores de colaboración y de creación de empresas)
2. **Mejora de la estrategia de la empresa**, entendida como la capacidad de la organización de alinear y orientar la estrategia introduciendo la

innovación, reorientación de las líneas de investigación y adopción de nuevas líneas de actuación.

3. **Orientación estratégica de la organización en cuento a innovación**, medida como la reorientación de las líneas de investigación y la adopción de nuevas líneas.
4. **Evolución de la gestión de la I+D e I+D+i de la empresa**, particularizada en la profesionalización de los equipos de trabajo, acceso a financiación de nuevos proyectos, etc.
5. **Fortalecimiento y desarrollo de un elevado nivel relacional**, entendida como la posición de los proyectos incentivados con respecto al resto de las alternativas de financiación existentes, así como el acceso a un nivel de relación con otras entidades.

### 3.3.4. Tipología de instrumentos de I+D e innovación a evaluar

Cuando nos referimos a la evaluación de políticas públicas es necesario tener claro qué instrumento es el que se va a evaluar. No es lo mismo evaluar una ley (véase el caso de la Ley de la Ciencia española donde ordenamiento jurídico ya establece qué tipo de evaluación es necesario llevar a cabo, qué resultados espera obtener y el procedimiento a seguir — manual de impacto normativo, de género y económico —), *versus* la evaluación de un programa de financiación de actividades de I+D donde los objetivos, metas, y procedimiento a llevar a cabo, es diferente. La Comisión Europea caracteriza los instrumentos de la política de I+D+i tal y como muestra la Figura 3.4. Para la Comisión Europea, existen medidas de apoyo directas e indirectas. Considera como medidas directas las políticas de oferta y demanda, es decir, aquellas que pretenden fortalecer a los agentes que ofertan innovación (entre los que cabe citar agentes de investigación y empresas que producen innovación), y aquellos que demandan innovación es decir, medidas que fortalecen y aumentan la demanda de I+D y de servicios innovadores por parte de las empresas. Las medidas indirectas serían aquellas que incentivan la innovación, como su nombre indica, de una forma indirecta: incentivos fiscales de apoyo a la I+D+i, etc.

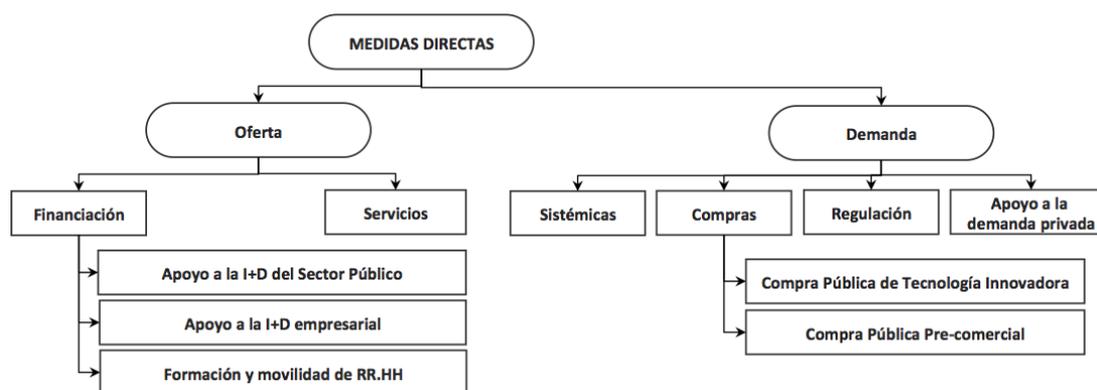


Figura 3.4: Clasificación de los instrumentos de la política de I+D+i. Fuente: Elaboración propia a partir de [Eur03].

### 3.3.5. Momentos de la evaluación

La evaluación de impacto, al igual que cualquier otra evaluación, puede realizarse antes (*ex-ante*), durante o después (*ex-post*) de la ejecución de un proyecto, programa, política o actuación de I+D e I+D+i, tal y como muestra la Figura 3.5.



Figura 3.5: Ciclo de evaluación y metodología. Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación de impacto *ex-ante*, los resultados se evalúan antes de

que el impacto tenga lugar. El propósito de esta valoración es apoyar la toma de decisiones relacionadas con la inversión y con la asignación de recursos [DÓ2]. Este tipo de evaluación implica una simulación o análisis prospectivo de los resultados que generan las intervenciones [NKOP06]. La evaluación de impacto *ex ante* se ubica entre las etapas de “formulación en el ciclo del proyecto” (definición de objetivos y diseño de productos) y el análisis de costes y beneficios. Esto permite realizar ajustes al diseño del proyecto en función de los objetivos formulados. Además, complementa el análisis de costes y beneficios (mediante la construcción de indicadores de costo por unidad de impacto), suministrando así información adicional en la decisión de inversión.

La evaluación intermedia del impacto se realiza durante la implementación de una intervención política como primera revisión de su progreso, evaluación de los efectos más probables de la intervención y como vía de identificación de los ajustes necesarios en el diseño y la ejecución de la intervención.

La evaluación de impacto *ex-post* se centra en medir la magnitud de los cambios producidos, y relaciona la causa de estos cambios con los productos ofrecidos por las intervenciones públicas. En este tipo de evaluación de impacto, las políticas, programas y proyectos (por ejemplo programas de empleo, compra de una tecnología, etc.) se corresponden con las causas, y por lo tanto, sus efectos son todos los cambios en las condiciones de los beneficiarios (en el corto, medio y largo plazo), medidos como los cambios en determinadas variables de impacto (o variables de resultado) que le son atribuibles a la intervención.

Como comentábamos anteriormente, el impacto no es tanto un criterio de evaluación en sí mismo, sino más bien es un nivel del efecto o resultado generado en los grupos de interés y en el entorno [Rui09, MAG<sup>+</sup>03, Mon05]. No obstante, debido a la complejidad de la medición y de la abundancia de técnicas y definiciones que han sido desarrolladas en torno a este concepto, el impacto cada vez más es considerado como criterio de evaluación propio.

### **3.3.6. Dimensión temporal de la evaluación**

Muchas veces la relación causa-efecto entre los componentes del programa de I+D y los beneficios esperados puede ser distinta dependiendo del período

que se estudie. Por ello, el proceso de evaluación debe incluir distintos tipos de resultados e identificar el momento en que corresponde que éstos sean medidos y analizados, bien sea en el corto, medio y largo plazo. Por ello, es fundamental tener conocimiento del importante desfase temporal — mostrado en la Figura 3.6— que existe entre la intervención pública y la mayoría de sus impactos directos e indirectos. La figura pone de manifiesto los impactos socio-económicos modelizados de un programa público de financiación de la I+D a lo largo de un periodo de 10 años. Indica, además, los diferentes resultados que son esperables en cada uno de los espacios temporales; condicionando las expectativas sobre la posibilidad de evaluar los distintos impactos directos e indirectos a corto, medio y largo plazo.



Figura 3.6: Desfase temporal de la evaluación de impacto. Fuente: Elaboración propia a partir de [Rue99].

De igual forma, los impactos de una intervención sobre los beneficiarios pueden ser previstos o no previstos en el diseño de la evaluación [Rui09]:

- Los efectos son previstos cuando se han formulado hipótesis sobre ciertos cambios que el programa podría generar en los beneficiarios. Generalmente, estas hipótesis se formulan de acuerdo con los objetivos del programa, las teorías, los diagnósticos y los estudios de evaluación de impacto. Estos definen una relación causal entre el tipo de intervención que se evalúa y determinados cambios en las condiciones de los beneficiarios.

- Los efectos no previstos son aquellos cambios (atribuibles a la intervención) que sufren los beneficiarios y que no habían sido considerados en el diseño de la evaluación o en general en el programa. En cualquier caso los impactos, tanto previstos como no previstos, pueden ser positivos o negativos:
- Los impactos positivos son todos los cambios que representan una mejora o un aumento en las condiciones de vida de los beneficiarios. Gran parte de los efectos positivos de las intervenciones son anticipados en el diseño del programa y conforman los objetivos de la intervención.
- Los impactos negativos son aquellos cambios no deseados que deterioran las condiciones de vida de los beneficiarios. Estos efectos generalmente son opuestos a los objetivos generales del programa o van en contra de los valores de la sociedad.

### 3.3.7. Barreras a la evaluación

Una vez definidas las diferentes metodologías y criterios para llevar a cabo un proceso de evaluación de impacto económico y social de una política de I+D e I+D+i, se identifican las dificultades, condicionantes y elementos motivadores del proceso que influyen de manera explícita en el desarrollo del mismo.

La principal barrera a la hora de llevar a cabo un proceso de evaluación de impacto es la derivada de la naturaleza de los agentes que están involucrados en la misma. Es decir, es difícil unir los requerimientos de los gestores públicos con las aptitudes y la experiencia de los evaluadores, lo que puede revelar diferencias de perspectivas cruciales que pueden afectar al diseño e implementación de la tipología de evaluación que quieren los gestores públicos. Algunos autores como [Rui09, MAG<sup>+</sup>03] recogiendo de [BS02], denominan estas diferencias como el conflicto entre el gestor y el evaluador, ya que cada uno de los agentes involucrados exige y espera cosas distintas del proceso de evaluación.

Estas diferencias se denominan *Delivery Gap* y *Customer Gap*. Mientras que la primera refleja la diferencia entre lo que el gestor público desearía

idealmente de la evaluación para informar sobre las decisiones políticas y lo que los evaluadores pueden ofrecer, la segunda da cuenta de la diferencia entre lo que el evaluador necesita para llevar a cabo el proceso de evaluación y lo que el gestor público puede ofrecerles, tal y como muestra la Tabla 3.1.

Otros autores como [BS02] resaltan como barrera el retraso temporal de los resultados de las políticas públicas, dado hay impactos que tardan meses o incluso años en hacerse visibles.

Por otra parte, existe una barrera relacionada con la coexistencia de financiación de proyectos de I+D e Innovación vía programas europeos (Horizonte 2020, Programa CIP, antiguo Programa Marco, etc.) y programas nacionales y regionales. De esta forma, se ha logrado fomentar la adicionalidad de fondos, lo que ha dificultado poder separar y desagregar los impactos producidos por cada una de las diferentes políticas de I+D+i, e identificar y asociar los cambios observados a las políticas que se están evaluando.

Aún más, [Mai03] identifica una barrera a la que denomina *peso muerto*, que identifica aquellos efectos que se hubieran producido de igual forma en ausencia del programa financiado, por lo que no deben ser valorarlos como impactos derivados del mismo.

En otro ámbito, se observa que en diferentes países, la cultura de evaluación de políticas es diferente. Las tendencias producen oscilaciones y variación en la intensidad y el interés y la dirección o “modas” en la evaluación. Por ello, según [MAG<sup>+</sup>03, Rui09], en países de baja cultura evaluadora, un aumento de complejidad o la burocracia en la evaluación puede suponer un rechazo a la misma tanto por parte de los gestores como de los directores de proyectos que se presentan a convocatorias públicas.

También existen elementos que facilitan la realización de evaluaciones de impacto. La existencia de un mecanismo que haga visibles los impactos positivos de una política pública de I+D e innovación, puede aumentar la motivación de las empresas y organismos público-privados de investigación, aumentando la eficiencia tanto de los canales de comunicación entre los diferentes agentes del sistema de innovación, la comunicación y transparencia en la gestión de los decisores políticos, como mejorando la información que el ejecutor recibe de

<i>Delivery Gap</i>	
<b>¿Qué piden los gestores políticos?</b>	<b>¿Qué responden los evaluadores?</b>
<p>Información a tiempo para tomar decisiones sobre gastos en materia de I+D+i</p> <p>Una atribución clara entre los efectos y las inversiones realizadas</p> <p>Evidencia independiente de investigaciones e innovaciones de excelencia</p> <p>Indicadores clave para realizar el seguimiento, determinación y la comparación</p>	<p>La investigación y la adopción de innovaciones pueden necesitar años para percibir sus efectos en la sociedad</p> <p>Un modelo lineal se da en raras ocasiones y, adicionalmente, es complejo de evaluar. Por ello, atribuir los efectos directos, indirectos e inducidos a las actividades de I+D+i es una tarea complicada</p> <p>Existe un cierto grado de corporativismo entre los investigadores y los evaluadores</p> <p>Los sistemas de indicadores</p>
<i>Customer Gap</i>	
<b>¿Qué piden los evaluadores?</b>	<b>¿Qué responden los gestores políticos?</b>
<p>Objetivos jerárquicos y claramente definidos y cuantificados</p> <p>Independencia garantizada</p> <p>Acceso total a la información y a los agentes involucrados en el programa y/o política (<i>Stakeholders</i>)</p>	<p>Los programas son un compromiso que persigue objetivos múltiples y, en ocasiones, contradictorios</p> <p>Las recomendaciones deben ser realistas y tener en cuenta las restricciones políticas</p> <p>Los agentes están ocupados y saturados de controles, inspecciones y auditorías</p>

Tabla 3.1: Conflicto entre el gestor y el evaluador. Fuente [BS02, Rui09].

sus propuestas (sean aprobadas o rechazadas).

Por ello, y para corregir estas limitaciones descritas, se hace necesario el diseño y desarrollo de una metodología de evaluación de impacto que permita evaluar el impacto y la transferencia de la I+D (tecnológica y de negocio) orientada a la caracterización y valoración de los resultados y toma de decisiones de los empresarios y *Policy Makers*.

#### 3.3.8. Dificultades específicas de la evaluación de impacto

Como comentábamos en el epígrafe 3.2.2 el impacto no es tanto criterio de evaluación en sí mismo, sino más bien es un nivel del efecto o resultado generado en los grupos de interés y en el entorno. No obstante, debido a la complejidad de la medición y de la abundancia de técnicas y definiciones que han sido desarrolladas en torno a este concepto, el impacto cada vez más es considerado como criterio de evaluación propio. Por ello, se han desarrollado todo un conjunto de técnicas que, en función del objetivo y el instrumento que evalúan, pueden emplearse con tal fin. En cualquier caso, además de las barreras inherentes al proceso de evaluación propiamente dicho que veíamos en el epígrafe anterior, existen un conjunto de dificultades específicas que conlleva la realización de una evaluación de impacto. Son las siguientes [MAG<sup>+</sup>03]:

1. **Conceptuales**, derivadas del propio concepto de evaluación.

- **Matiz negativo de la idea de impacto.** En el ámbito de una evaluación, generalmente la palabra impacto se asocia a un matiz negativo, de control y corrección de algo que ha fallado o no se ha desarrollado como debiera (piénsese en el caso del impacto ambiental, donde raramente una actuación termina teniendo impactos que sean positivos para el medioambiente). Por ello, aunque también se analizan impactos positivos, la dimensión negativa predomina, ya que se tiende a reducir impactos. [Par02, Mon05]
- **Evaluación de impacto como herramienta preventiva vs proactiva.** La literatura alrededor de la evaluación de impacto am-

biental, ha provocado que la evaluación de impacto haya sido vista como una herramienta necesaria a desarrollar “antes” de poder ejecutar un determinado proyecto o actuación. Sin embargo, si tomamos las consideraciones que indican [TBG92] que debe cumplir una evaluación de impacto — preventiva, adaptativa y ecléctica, interdisciplinar, participada por la comunidad, enfoque de respuesta, coste-eficiente e imparcial — tampoco estaríamos en condiciones de poder caracterizar adecuadamente el proceso de evaluación.

En nuestra opinión, la evaluación de impacto es una herramienta que puede ser utilizada de forma *anticipatoria*, tal y como sugieren los autores, según el escenario que se requiera evaluar (evaluación de impacto ambiental, evaluación del impacto de la introducción de una tecnología o medicamento en el ámbito sanitario, etc.). Pero también es posible ejecutar una evaluación de seguimiento o durante la ejecución de una determinada política con el ánimo de mejorar el propio desarrollo de la misma, si los resultados obtenidos no satisfacen los objetivos inicialmente propuestos. Es más, es necesario imponer un escenario de control y seguimiento de un programa, política o proyecto, realizando una evaluación proactiva una vez ha finalizado su ejecución (*ex-post*). Sólo de esta forma, se podrá saber si verdaderamente se cumplieron los objetivos perseguidos, etc.

## 2. Metodológicas

- **Confusión entre evaluación de resultados vs. impacto.** Es especialmente importante tener cuidado al revisar la literatura existente alrededor de este concepto porque en función de la misma, podemos estar confundiendo impactos con resultados (*overcomes*). El término anglosajón de impacto promovido por [RF99,OR99] hace referencia a la evaluación de resultados. Sin embargo, en el panorama español cuando nos referimos a impacto, estamos refiriéndonos exclusivamente a las consecuencias, deseadas o no, de una actuación — no incluidas en sus objetivos —. Por ello, a pesar de ser éste el uso dominante, es frecuente que debido a traducciones textuales se utilice el término en el mismo sentido que los autores anglosajones. En este sentido, según [Scr91] los efectos colaterales, sean buenos o

malos, determinan completamente el resultado de una evaluación. Por ello, considerando estas reflexiones, podemos establecer, tal y como indica [Mon05], tres concepciones distintas de la evaluación de impacto:

- a) **Evaluación de impacto entendida como evaluación de resultados respecto a unos objetivos propuestos.** Es el uso menos frecuente, que hace coincidir evaluación de impacto y evaluación clásica por objetivos.
- b) **Evaluación de impacto entendida como evaluación de resultados (objetivos) y efectos (fuera de objetivos) de una línea de actuación.** Es el uso más habitual en el caso de los programas sociales, educativos y, en general, en todos aquellos campos de marcado carácter social, en los cuales resultados y efectos sociales deben ser armónicos — pues los objetivos de las actividades son de dimensión social —. El impacto amplía los objetivos o matiza su éxito, pero existe una cierta continuidad entre uno y otro.
- c) **Evaluación de impacto entendida como evaluación de los efectos.** Prescinde del análisis de los objetivos que se supone que están desarrollados en otras formas de evaluación. Es el uso más frecuente en evaluación ambiental y social, sobre todo cuando se evalúan intervenciones de carácter productivo y motivación económica que, sin embargo, afectan al entorno social y ambiental.

En el caso particular de la evaluación de políticas públicas de I+D+i, la evaluación de resultados y de impactos se entiende de forma bien distinta, como muestra la Figura 3.6. En este sentido, tal y como apunta [IT92], es preciso considerar dos facetas existentes en la actividad política: la **gestión interna** y la **evaluación de las políticas públicas**, que se conceptualizan como funciones de producción.

Mientras que la gestión interna consiste en la movilización de recursos propios por parte de la Administración Pública (y por tanto, siendo responsable de que se ejecuten de forma eficien-

te) ejerciendo por tanto una función de producción. Para poder lograr esta eficiencia en la asignación, dispone de una serie de instrumentos de gestión: contabilidad, gestión de recursos humanos, tecnologías de la información y las comunicaciones, etc. Sin embargo, en el caso de las políticas públicas, el objetivo que se persigue es modificar características del tejido social y empresarial — empleo, producción, I+D+i, educación, etc.— que la Administración Pública considera que o debe estimular para que sea más competitivo, o que debe proteger frente a ciertas amenazas. Esta segunda función de producción constituye la base principal para evaluar el éxito o el fracaso de la intervención pública.

En este sentido, tal y como apuntábamos en el epígrafe 3.3.6, no podemos confundir los indicadores de producto (realizaciones), con los de impacto (efectos directos e indirectos). Es decir, la actividad de la Administración (que se considera, o al menos se debería considerar eficiente en términos de asignación y ejecución presupuestaria), con los efectos o transformaciones que sus intervenciones promueven en el territorio.

#### ■ **Dificultades de clasificación de impactos**

El concepto de impacto es muy flexible, por lo que en la literatura podemos encontrar múltiples enfoques conceptuales bajo los que realizar una clasificación de los mismos. En los estudios socioeconómicos, por ejemplo, encontramos análisis sobre materias que, sin ser necesariamente de ciencia y tecnología, e incluso sin utilizar el término “impacto”, permiten extrapolar una clasificación de impactos. Como veremos en la sección 3.4, en función del estudio a considerar, se definen diferentes dimensiones de impactos. No obstante, podemos adelantar una clasificación genérica basada en el análisis desarrollado para la caracterización de los diferentes ámbitos o dimensiones de los impactos tal y como muestra la Tabla 3.2:

3. **Culturales.** La evaluación, tal y como apunta [Geo98], refleja la cultura administrativa de donde se desarrolla, por lo que la existencia de una

<b>Ámbitos de impacto</b>	<b>Descripción</b>
<b>Financiero</b>	Contabilización del gasto en una acción determinada y de los beneficios económicos obtenidos de dicha actuación
<b>Físico</b>	Infraestructuras construidas y equipamiento instalado a partir de una acción determinada
<b>Institucional</b>	Instituciones creadas en una acción determinada, o nuevas relaciones generadas, etc.
<b>Empleo</b>	Empleo creado durante el desarrollo de una acción determinada
<b>Conocimiento científico</b>	Generación de conocimiento científico a partir de una determinada actuación, que genere beneficios ya sean para nuevos desarrollos, de imagen, etc.
<b>Socio-económico</b>	Recogida de los mayores efectos en el ámbito social y económico que han tenido lugar en una región (educación, innovación, investigación y desarrollo, etc.

Tabla 3.2: Ámbitos de impacto habituales en metodologías de evaluación de la innovación. Fuente: Elaboración propia.

cultura abierta a la evaluación — actitudes hacia la evaluación, valores en relación con la innovación— condiciona los resultados de los mecanismos y ejercicios de evaluación, y exige que estos se desarrollen desde la realidad de cada responsable político (que influirá directamente en el desarrollo político regional, por lo que podría extenderse el análisis hacia la proactividad regional en el desarrollo de mecanismos de evaluación).

Estas consideraciones tienen importancia de cara al cumplimiento del objetivo general de la tesis que no es otro que el diseño de una propuesta metodológica que permita caracterizar el impacto de la innovación tanto en una empresa como en su entorno más próximo (incluyendo la visión del *Policy Maker*). De esta forma, podrá considerarse un instrumento de apoyo a la función de rendición de cuentas, así como de herramienta de apoyo en el diseño de futuros instrumentos (función de evolución estratégica de las políticas).

### 3.4. Metodologías de evaluación socioeconómica de la I+D+i

Una vez descrito a nivel teórico tanto los fundamentos como las características y barreras para llevar a cabo una evaluación, en este epígrame se muestran las diferentes tipologías de metodologías disponibles para realizar una evaluación socioeconómica de la I+D+i. Para ello, vamos a utilizar una de las técnicas disponibles — *benchmark* — al objeto de identificar no sólo la metodología, sino de tratar de caracterizar sus principales elementos que podrían ayudarnos en la tarea de diseñar una metodología que permita cubrir el objetivo global de esta tesis.

Para ello, partimos del estudio de [PR02], resultado de un proyecto internacional cuyo objetivo era, precisamente, ofrecer un catálogo actualizado — un *toolbox* — de dichas metodologías, incluyendo una reflexión sobre las buenas prácticas existentes [Mon05].

La Tabla 3.3 resume los resultados iniciales sobre los que comenzamos nuestro análisis. Para la realización del *benchmark*, seleccionaremos los siguientes casos de estudio:

1. **Ámbito Público.** Dentro del sector público, realizaremos un análisis de las siguientes instituciones e iniciativas públicas
  - **Agencias y Asociaciones de Agencias:**
    - STAR METRICS™.
    - Technopoloy Group.
    - VINNOVA.
  - **Puertos y autoridades portuarias**<sup>3</sup>.
  - **Proyectos de Evaluación de Políticas Públicas:**
    - a) Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

---

<sup>3</sup>A pesar de que los puertos no ejecutan políticas de I+D+i, es interesante caracterizar la metodología de evaluación socio-económica de las actividades que desarrolla el puerto sobre la propia institución y sobre el entorno, ya que este objetivo es uno de los que perseguimos en la tesis.

- b) Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- c) Estudios académicos.
- d) Proyectos desarrollados bajo el marco de incentivos de la Comisión Europea.
  - *Accelerating Regional Innovation Strategy Exchanges* (ARISE).
  - *European Methodology for Regional Innovation Policy Impact Assessment and Benchmarking* (EMERIPA).
  - *Regional Innovation Policy Impact Assessment and Benchmarking Process: Cooperation for Sustainable Regional Innovation* (EUROCOOP).
  - *Impact Assessment Systems & Methodology for Innovation Excellence* (IASMINE).
  - *Innovation Policy impact assessment at regional level: benchmarking for dissemination of differing performances to raise awareness of policy makers, to stimulate successful measures and good practice* (IMPACTSCAN).
  - *Application of Technology Watch Methodology for Assessment of Regional-Innovation-Policy Impact of SMEs* (INNOWATCH).
  - *Methodology for European Regional Innovation Assessment* (MERIPA).
  - *Optimal Practices, Development Policies and Predictive Models for Regions in an Enlarged EU* (OMEN).

## 2. **Ámbito Privado**

- Banco Mundial.
- Entidades financieras.
- Empresas.

Para cada una de las elecciones propuestas para el análisis, se analizará la siguiente información<sup>4</sup>:

---

<sup>4</sup>Salvo para el caso de las empresas privadas, que por sus características, la información se presenta en una estructura diferente, pero sobre los mismos aspectos.

- **Objetivo**, aportando una definición del cometido que ejecuta cada agente analizado.
- **Descripción**, siendo una definición del estudio o informe analizado.
- **Metodología** de evaluación del impacto que desarrolla, haciendo énfasis en las siguientes características:
  - Descripción de la misma.
  - Fuentes primarias utilizadas.
  - Fuentes secundarias utilizadas.
  - Colaboración con agentes externos (si se lleva a cabo).
- **Resultados**.
  - Análisis Cualitativo vs. Cuantitativo.
  - Áreas de impacto e Indicadores propuestos.

Metodología	Tipo y USO	Requisitos de información	Fortalezas	Limitaciones	Buenas prácticas	Nivel de aplicación de los datos	Áreas de aplicación	Output	Resultados	Impactos
<b>Encuestas de innovación</b>	Cuantitativa	Datos micro. Gastos. Beneficios, patentes. Innovaciones	Detectar tendencias de cambio y permite identificar tamaño y distribución de los impactos	Alto coste en tiempo y recursos. Dificultad para obtener ciertos datos. No se dispone de series temporales largas	Encuestas CIS de la UE y análisis derivados. Global Innovation Index (INSEAD)	Empresa, industria y economía	Innovación, Transferencia de tecnología y colaboración científica	Nuevos productos y procesos. Aumento de ventas. Aumento del valor añadido. Indicadores de patentes	Nuevos empleos. Aumento de la capacidad innovadora	Aumento competitividad. Eficiencia organizativa y administrativa. Rápida difusión de las innovaciones. Empleo
<b>Métodos micro</b>	Cuantitativas	Datos micro. Gastos. Beneficios, patentes	Los resultados se basan una formulación de las relaciones causales. Adicionalidad de la I+D. Control de los efectos según variables: tamaño empresa, gastos y capacidad innovadora	Calidad de los datos. Necesidad de persuadir a los agentes de que entreguen sus datos. Sólo se obtienen resultados de los retornos privados de I+D	Agencias regionales, Star Metric. Comisión Europea	Organización, empresa, industria y economía	Sectorial. Retornos de I+D	Output y valor añadido	Productividad y "spillovers" sectoriales. Adicionalidad	Competitividad empresarial
<b>Métodos macro</b>	-	Gastos en I+D. Outputs de I+D. Datos macroeconómicos	Retornos sociales de la I+D. Evalúa externalidades. Evalúa efectos a largo plazo de la intervención. Ofrece escenarios simulados para territorios	Ofrece retornos como media de los efectos. Resultados robustos. Retraso temporal de los efectos que se pretende evaluar	OECD intelink, IMF Multimod, EU Queso	Empresa, industria y economía	Sectorial. Regional. Toda la economía	Output y valor añadido	Mejoras del capital de I+D y humano. Capital social. Internacionalización de la I+D	Productividad Regional. Empleo. Cohesión económica y social

Sigue en la página siguiente.

Metodología	Tipo y USO	Requisitos de información	Fortalezas	Limitaciones	Buenas prácticas	Nivel de aplicación de los datos	Áreas de aplicación	Output	Resultados	Impactos
<b>Estudios de productividad</b>	-	Datos micro. Gastos Beneficios. Gastos en I+D. Patentes	Estimación del efecto de la I+D en la productividad. Cálculo de los retornos de I+D	Calidad de los datos. Deflación de las series. Asunciones intrínsecas de medida de las series de datos	Estudios de productividad y de crecimiento	Empresa, Industria, Región, Economía	Sectorial, Regional y toda la economía	Ouput y valor añadido	Conocimiento I+D territorial e internacional. Spillovers	Productividad Regional. Empleo. Cohesión económica y social
<b>Métodos basados en la técnica de grupo de control</b>	Cuantitativas	Datos micro. Gastos Beneficios, patentes	Estima el impacto de la intervención política sobre la organización que participa en el programa	Exige gran capacitación técnica. Alto coste de aplicación. Gran exigencia de datos	Investigación industrial (Irlanda)	Empresa, Industria	Implementación de innovaciones tecnológicas	Ouput y valor añadido (de empresas apoyadas y no apoyadas por el programa)	Adicionalidad. Tasa de retorno de la I+D	Competitividad a escala empresa e industria
<b>Análisis Coste-Beneficio</b>	Ambas	Datos micro. Estimaciones de costes y beneficios	Estima efectos socio-económicos de la intervención pública. Recomendado para la evaluación de la eficiencia. Explicita los efectos económicos que espera obtener con la intervención	Exige gran capacitación técnica. Importante nivel de subjetividad, que depende de las asunciones de partida. Baja comparabilidad cruzada entre casos. Los resultados deben valorarse con cuidado en el caso de impactos difícilmente monetarizables	Advanced Technology Programme en EE.UU y Metodología del US National Institute of Standards	Industria, Empresa, Industria	Salud, Medioambiente, Industria y Energía)	Ratio coste-beneficio. Excedente del consumidor	Mejora de la salud. Sostenibilidad	Mejora de la calidad de vida

Sigue en la página siguiente.

Metodología	Tipo y USO	Requisitos de información	Fortalezas	Limitaciones	Buenas prácticas	Nivel de aplicación de los datos	Áreas de aplicación	Output	Resultados	Impactos
<b>Paneles de expertos / revisión por pares</b>	C-SC	Datos del proyecto y del programa	Evaluación de méritos científicos. Flexibilidad. Amplio espectro de aplicación. Justicia	Imparcialidad de los pares. No considera los beneficios económicos	Evaluación de Grandes Infraestructuras Científicas Evaluación de Programas de la UE	Empresa, Industria, Economía)	Mérito científico y capacidad tecnológica	Mejora de la salud. Sostenibilidad	Indicador de citas. Output tecnológico	Capacitación científica y tecnológica
<b>Casos de estudio</b>	C-SC	Datos del proyecto y del programa	Observa los impactos sociales bajo condiciones naturales. Buen método de investigación exploratorio. Explica la forma en que el contexto determina los impactos	Los resultados no son generalizables	nnovación telemática en el sector salud	Empresa, Industria)	Relaciones ciencia-industria	Inputs y outputs detalados	Mejora de la Capacidades de I+D de las empresas	Competitividad e la industria. Eficiencia organizativa. Calidad de vida
<b>Análisis de redes</b>	C-SC	Datos del proyecto y del programa	Material empírico exhaustivo. De utilidad para análisis político. Vínculos cooperativos	Se precisa mucho tiempo para la recopilación de la información	Redes de centros de investigación Interdisciplinaria. Centros de investigación médica	Empresa, Industria, Región	Cooperación ciencia-industria	Vínculos de cooperación	Cooperación en clusters. Social embeddeness	Eficiencia de las relaciones institucionales

Sigue en la página siguiente.

Metodología	Tipo y USO	Requisitos de información	Fortalezas	Limitaciones	Buenas prácticas	Nivel de aplicación de los datos	Áreas de aplicación	Output	Resultados	Impactos
Prospectiva / evaluación de tecnologías	C-SC	Datos cualitativos. Escenario	Construcción de consensos para reducir la incertidumbre. Combinación de datos de la esfera pública y privada. Articulación del cambio tecnológico	Es imposible anticipar la aparición de tecnologías radicalmente novedosas	Benchmarking de las capacidades del instituto ISF vs FhG mediante resultados de prospectiva	Empresa, Economía, Región,	Tendencias tecnológicas	Identificación de tecnologías genéricas. Fecha de introducción	Capacidad tecnológica	Cambio de paradigmas tecnológicos
Benchmarking	SC	Indicadores de ciencia y tecnología	Método para comparaciones intersectoriales. Da apoyo a la evaluación sistémica de instituciones y del propio sistema de innovación	Se requieren datos muy detallados. No transferible a otros territorios	Benchmarking de políticas nacionales de evaluación en la UE Innovation Trandchart. Cooperación Ciencia-Industria	Empresa, Industria, Región	Eficiencia de la política tecnológica	Indicadores de ciencia y tecnología	Capacidad tecnológica	Competitividad de la industria. Gobernanza

Tabla 3.3: Tipología de las diferentes metodologías de impacto de la I+D+i. Fuente: [Fah02, Mon05].

### 3.4.1. **Ámbito Público**

La evaluación de las políticas públicas es desde hace años una preocupación central de los gobiernos de los países industrializados. La evaluación no es sólo una comprobación del éxito de los resultados y los impactos — deseados o no — de las políticas públicas y ese juicio de valor se debe extraer con el mayor rigor y garantías, de ahí la exigencia de una sólida metodología [Rui09, MAG<sup>+</sup>03, Mon05].

Desde hace años, las administraciones disponen de numerosas guías de evaluación, referidas a diferentes sectores, sin embargo, cada institución tiene sus propios enfoques en relación a sus cometidos y eso lleva a particularizar sus herramientas aprovechando un núcleo común. A simple vista, tres grandes sectores dominan la industria de la evaluación y marcan muchas de sus reglas: el sector de ayuda al desarrollo, en los organismos internacionales, el de los Fondos Europeos, en la UE, y el de la evaluación interna de cada país, con gran multitud de prácticas.

En este epígrafe vamos a desarrollar una aproximación a los principales tipos de evaluación que se aplican en la actualidad en organismos e instituciones públicas, especialmente en el caso de cómo afrontan una evaluación de impacto de políticas o proyectos de I+D e I+D+i.

#### **Agencias y Asociaciones de Agencias**

Dentro del análisis de organismos internacionales, consideramos los siguientes:

#### **STAR METRICS™**

STAR METRICS™ (*Science and Technology for America's Reinvestment: Measuring the Effect of Research on Innovation, Competitiveness and Science*), es una colaboración entre organismos científicos e instituciones de investigación (Instituto Nacional de Salud, la Fundación Nacional de Ciencias (NSF)

y la Oficina de Política Científica y Tecnológica de la Casa Blanca) para documentar el valor y los resultados de las inversiones en I+D de la ciencia al público.

Aunque inicialmente está orientada fundamentalmente a Universidades, cubre todo el ámbito de instituciones e investigación, y actualmente cuenta para su proyecto con algunas universidades tan prestigiosas como: Universidad de Brown, Universidad de Boston, Universidad de New York, Universidad de Harvard, Universidad de Yale, así hasta un total de casi 100 universidades americanas, además de instituciones de investigación, agencias federales y otros miembros. Star Metrics dispone de una infraestructura empírica común disponible para todos los beneficiarios de fondos federales y de las agencias científicas, para responder rápidamente al Estado, Congreso y OMB, estando principalmente dirigido al estudio de las investigaciones en las Universidades. Se trata de un programa voluntario, en el que las instituciones de investigación que así lo deseen pueden inscribirse para que se analice el impacto de las investigaciones que desarrollan. De este modo, cuando una institución se inscribe comienza un proceso que se estructura en dos fases:

- FASE I: Se trata de una fase de carácter inicial cuyo objetivo es recopilar la información de la institución en el momento actual. Para ello, la institución facilitará la información de la que dispone en sus registros para que se pueda calcular el impacto de la inversión realizada. En este punto, se busca recoger información que permita identificar a la institución, las concesiones que tiene atribuidas, el personal asignado a los distintos proyectos, los proveedores con los que trabaja, etc. La estructura que se sigue desde STAR METRICS para esta fase es la que se puede ver en la Figura 3.7. Para obtener la información requerida para el proceso de evaluación, el proceso contempla el envío de un conjunto de cinco cuestionarios en formato XML o CSV a los beneficiarios de la ayuda para el proyecto, donde tienen que cumplimentar los datos necesarios sobre su actividad para la evaluación. Cada cuestionario caracteriza un área de las cinco áreas del proyecto o programa a analizar, a saber: **personal, proveedores, subcontrataciones, costes indirectos y concesiones o proyectos**. Se realiza un análisis cuantitativo en base a la información proporcionada por la institución. Para este caso se estudia la siguiente

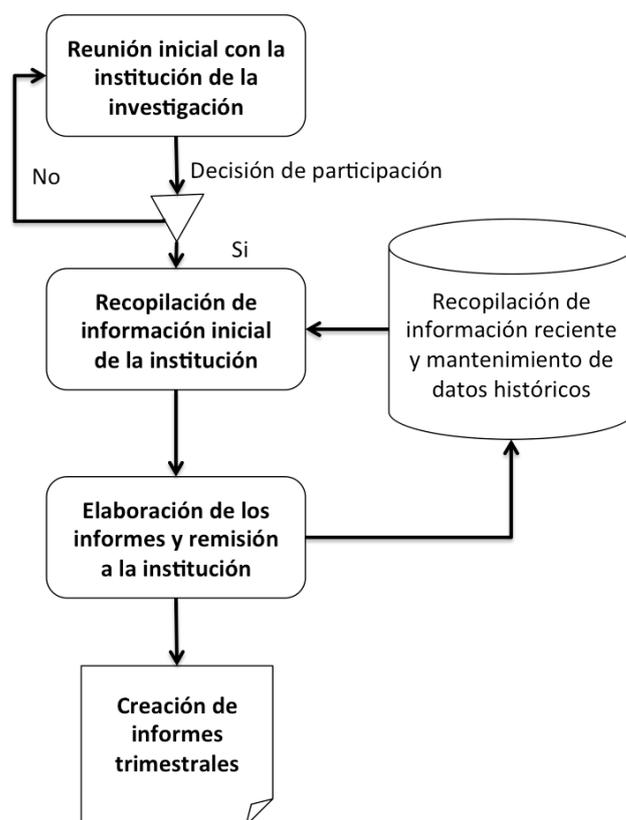


Figura 3.7: Fases de análisis de la metodología STARMETRICS. Fuente: Elaboración propia.

información para un periodo determinado:

- Información sobre el proyecto. Para cada proyecto se analiza la cantidad de ayuda o concesión otorgada.
- Información sobre el personal. Para cada proyecto se indican las personas que trabajan en él, estudiando la cantidad de concesión otorgada al pago del salario de cada empleado en un periodo determinado.
- Información sobre costes indirectos, como resultado del pago de salarios más los beneficios complementarios, divididos entre el total de la concesión.
- Información sobre los pagos a los proveedores. Para cada proyecto se indicará los proveedores con los que se trabaja y la cantidad de la

concesión destinada a los pagos a estos proveedores en un periodo determinado.

- Información sobre subcontratos y sub-concesiones. Para cada proyecto se indicarán otras posibles ayudas recibidas y la cantidad cargada a esta sub-concesión en un periodo.
- FASE II: En esta segunda fase, se busca medir de forma periódica el impacto de un proyecto que ha recibido algún tipo de ayuda o concesión, así como el impacto del total de la institución (siendo el total de los proyectos analizados), en base a cuatro áreas:
  - **Crecimiento económico.** En esta área se busca medir el impacto de las subvenciones o concesiones en la ciencia y en técnicas de productividad, el papel del establecimiento de estudiantes e investigadores en el fomento del conocimiento de los flujos entre universidades y ámbito empresarial, y la forma en la que los factores de colaboración, institucionales, organizacionales y regionales, influyen en los procesos de negocio. Para ello, dentro de esta área, se analizan indicadores como:
    - Registro de nuevas patentes.
    - Creación de nuevas empresas.
    - Aumento de productividad de las empresas.
    - Aumento beneficios de las empresas.
    - Progreso en el tiempo de empresas que empiezan a partir de una idea o proyecto surgido de la institución de investigación.
    - Personal que asesora a la industria (remunerada o no).
    - Vías y progreso de acceso a empleo de alumnos (medios de acceso, tamaño de empresas a las que acceden, puesto de trabajo al que acceden, etc.).
    - Impacto en la industria de los investigadores universitarios y transferencia o comercialización de tecnología en base a la asistencia, técnica o tecnológica, de la Universidad o institución.
  - **Resultados de empleo.** En esta segunda área se pretende medir como beneficia el desarrollo de estos proyectos, con la ayuda de las

concesiones otorgadas, a la generación de empleo. Algunos de los factores que se miden son:

- Número de estudiantes, graduados y sin graduar, que reciben un salario con los fondos de alguna de las concesiones, por su participación en el proyecto de investigación.
  - Número de otros puestos de trabajo (técnicos, facultativos, etc.) que reciben un salario con los fondos de alguna de las concesiones, por su participación en el proyecto de investigación.
  - Número de puestos totales mantenidos o pagados con los fondos de concesiones.
- **Conocimiento científico.** Se pretende evaluar la generación de conocimiento científico a partir de un proyecto de investigación subvencionado. Algunos datos que se miden en esta área son:
    - Número de publicaciones realizadas con información sobre los proyectos.
    - Número de citas en prensa y/u otros medios sobre los proyectos de investigación subvencionados.
    - Creación de nuevas redes para compartir conocimiento entre investigadores.
    - Nuevas colaboraciones generadas entre investigadores para compartir conocimientos.
    - Número de páginas web donde los investigadores publican información sobre sus proyectos (páginas web personales, institucionales, etc.).
  - **Resultados sociales.** Se busca medir la calidad de vida, los beneficios medioambientales, las inversiones en salud, etc.

Para el cálculo de los indicadores de esta segunda fase, se acude a información secundaria, fundamentalmente derivada de la revisión de informes periódicos de seguimiento del proyecto, que los beneficiarios de las ayudas públicas deben remitir al organismo de gestión.

## Technopololy Group

Es una asociación entre distintos países que trabajan en el fomento de la creación de conocimiento y su aplicación práctica en la sociedad. Su objetivo es el de analizar y asesorar sobre las políticas de promoción de la investigación e innovación y evaluar su aplicación en los campos de la ciencia, la tecnología, la innovación, la educación superior y el desarrollo social y económico. Para el caso de Technopololy Group, se ha analizado el estudio realizado por ellos para medir el impacto del programa europeo de I+D en Reino Unido que tiene el nombre de “*The Impact of the EU RTD Framework Programme on the UK*”. [SSB<sup>+</sup>10]

En este estudio se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del programa marco de la Unión Europea, cuyos principales objetivos eran los de determinar el grado en el que los sucesivos programas marco han aprovechado las áreas de potencial de Reino Unido y han ayudado a introducir nuevas áreas de especial, así como ofrecer una evidencia actualizada de la naturaleza y alcance de la participación en el programa de Reino Unido. Para la realización del citado estudio, la metodología desarrollada utiliza diferentes herramientas metodológicas para la recopilación y análisis de los datos, como son:

- Cuestionarios online a los participantes en el 6<sup>o</sup> y 7<sup>o</sup> Programa Marco en Reino Unido, cuyo objetivo era el de analizar el grado en el que se han aprovechado las áreas potenciales de Reino Unido y se han introducido nuevas áreas de especialización, así como los beneficios obtenidos por el Reino Unido por su participación en el programa. Se valoran aspectos como: la motivación de participación en el proyecto, papel desempeñado en el proyecto, valoración sobre los resultados, beneficios generados derivados del proyecto, etc.
- Entrevistas semi-abiertas con interlocutores clave de agencias de investigación y principales participantes en el programa. Con estas entrevistas se perseguía el objetivo de obtener información sobre el impacto en las habilidades de investigación, en el desarrollo empresarial y competitividad, en el desarrollo de políticas, en las colaboraciones internacionales, etc.

El proceso de evaluación sigue una secuencia de cinco fases claramente diferenciadas:

1. Reunión de lanzamiento, en la que se establecen los objetivos del proyecto y el alcance de la evaluación a realizar.
2. Análisis de la documentación, en el que se hace énfasis en el estudio de las fortalezas de la investigación.
3. Análisis de la participación, en el que se caracteriza cuál ha sido el grado de información disponible de las empresas y organizaciones que han participado en los diferentes programas.
4. Cuestionario a participantes. En esta fase, se realizan las siguientes actuaciones:
  - Desarrollo del cuestionario de evaluación.
  - Preparación de las bases de datos de contactos para el posterior envío del mismo.
  - Implementación del cuestionario.
  - Análisis del porcentaje de respuestas.
  - Análisis de los cuestionarios recibidos.
5. Entrevistas a programas oficiales, agencias y participantes clave. Además del cuestionario, se lleva a cabo un trabajo de contraste y ampliación de la información mediante la realización de entrevistas. Para ello, se llevan a cabo las siguientes tareas:
  - Identificación de interlocutores.
  - Desarrollo de la guía de entrevista / conjunto de preguntas.
  - Desarrollo de las entrevistas.
  - Análisis de los resultados.

Las áreas de impacto que considera el proyecto están encuadradas en **desarrollo científico y económico**, dando como resultado los siguientes indicadores tal y como recogen las Tablas 3.4 y 3.5. [SSB<sup>+</sup>10]

Otros indicadores para medir la I+D		
Número de publicaciones en periódicos / revistas o libros referidos al proyecto	Número de patentes registradas	Resultados explotados por empresas
Otras Publicaciones	Nuevos acuerdos de licencias	Resultados explotados por reguladores de políticas
Incorporación de recién titulados / personal cualificado	Nuevas técnicas, herramientas o métodos empleados o mejora en los existentes	Explotación a nivel nacional o internacional de los resultados
Cambios en el personal	Nuevos productos comerciales y/o servicios o mejora de los existentes	Costes de la participación en el programa para el desarrollo del proyecto
Precios recibidos	Nuevos procesos científicos o industriales, o mejora de los existentes	Beneficios de la participación en el programa por el desarrollo del proyecto
Seminarios / conferencias impartidas	Resultados explotados por otros investigadores	Beneficios de la participación en el programa por el desarrollo del proyecto
Número de nuevas ayudas de investigación recibidas	Nuevas políticas o regulaciones	Porcentaje de socios con los que se ha trabajado que eran nuevos
Divulgación de la investigación	Nuevos recursos o infraestructuras o mejora de las existentes	Porcentaje de socios con los que se ha trabajado en este proyecto con los que se había trabajado previamente
Número de solicitudes de patentes		

Tabla 3.4: Indicadores contenidos en la metodología de Technology Group.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Indicadores empleados para medir los beneficios generados por el proyecto</b>		
Mejora de las relaciones y red de contactos	Incremento de las capacidades científicas	Mejora de la movilidad de los investigadores
Aumento del conocimiento de nuevas áreas	Mejora de la posición competitiva internacional	Mejora de la habilidad de atracción de personal / aumento de empleo
Aumento del conocimiento en áreas ya existentes	Mejora del desarrollo de la carrera de investigador	Mejora de la habilidad o capacidad para realizar I+D
Mejora de la reputación e imagen de la empresa	Incremento de las capacidades tecnológicas	Mejora de la habilidad o capacidad para impartir formación
Aumento de la llegada de mercado o división y compartir el mismo	Mejora de la posición competitiva nacional	Mejora de la planificación y coordinación de I+D

Tabla 3.5: Indicadores empleados para medir los beneficios generados con el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se presentan en forma de conclusiones, con descripciones y explicaciones de los valores obtenidos con la evaluación de impacto. Como se puede observar, los análisis que se realizan son una mezcla de cuantitativo y cualitativo.

## VINNOVA

Es la agencia sueca de innovación<sup>5</sup>, cuyo principal objetivo es el de incrementar la competitividad de los investigadores y las empresas suecas. Su misión es promover el crecimiento sostenible en Suecia en base a la financiación de la investigación impulsada por las necesidades y el desarrollo de los sistemas de innovación eficaz.

El estudio concreto analizado en este caso de los realizados por VINNOVA ha sido “*Analysis of Chain-linked effects of Public Policy*”, [JMJ09] donde

---

<sup>5</sup><http://www.vinnova.se/en/>

se describen y analizan los desarrollos a largo plazo en el ámbito de la investigación e industria relativos a las ciencias de la vida aplicada, y en concreto prestando atención a dos ámbitos específicos, la innovación alimentaria y la tecnología médica en Suiza. Los objetivos de este estudio eran los siguientes:

- Analizar la amplia cantidad de material empírico que se ha producido como resultado de los proyectos de investigación.
- Identificar y dar respuesta a los aspectos clave, con el fin de proponer y analizar los resultados empíricos en términos de los conceptos y el marco de trabajo análisis para debates sobre el interés de las políticas públicas.
- Contribuir a la política pública con el desarrollo de un conjunto de herramientas que incluyan conceptos relevantes, un marco de trabajo analítico y modelos para analizar los efectos de las políticas públicas en la investigación e industria.

Para el desarrollo de este análisis, se establece una metodología basada en dos fases, **1) fase piloto** y **2) informe final**. Para ambas fases se requiere de continuos procesos de discusión y desarrollo de conceptos, marcos de trabajo analíticos, análisis de material empírico, etc. Para el desarrollo de ambas fases, la información primaria que se requiere se obtiene mediante la utilización de las siguientes herramientas:

- Entrevistas con interlocutores clave del programa, semi-estructuradas por teléfono o presenciales.
- Discusiones sobre información general del programa y casos concretos, semi-estructuradas por teléfono o presenciales.
- Entrevistas con personas involucradas en el programa, semi-estructuradas por teléfono o presenciales.
- Cuestionarios a un conjunto representativo de empresas beneficiarias del programa, realizados por teléfono.
- Desarrollo de casos ilustrativos sobre el entorno de la investigación, proyectos específicos, una determinada empresa y/o la comercialización de la investigación.

La información secundaria utilizada para el desarrollo del estudio provino de informes sobre el programa, evaluaciones previas, documentos sobre políticas, análisis y otro tipo de documentación ya existentes, información del programa e información detallada de cada proyecto. Así mismo, se utilizaron estudios bibliométricos, que incluyen el análisis de la web “*Science Citation Index*” y de “*Scopus*”, así como análisis de patentes, estudiando las bases de datos de patentes EPTO/KEINS<sup>6</sup>. No obstante, no es posible caracterizar esta metodología, dado que no se indican ni las áreas de impacto ni los indicadores empleados para la realización del estudio.

#### 3.4.2. Puertos y autoridades portuarias

En nuestra búsqueda del análisis de aproximaciones que permitan medir el impacto que la innovación tiene en la economía, vamos a considerar el análisis de las autoridades portuarias y puertos. A pesar de que estas instituciones no realizan, por lo general, actividades de innovación, es muy interesante analizar y caracterizar cómo en las últimas décadas, se ha tratado de medir cuál es el impacto que tienen — en términos económicos — en la economía (en el sector portuario y sus relaciones con los demás sectores productivos). [FMP<sup>+</sup>05]

A mitad de los años 70, se desarrolla una base teórica que se va adaptando y completando a lo largo de la década de los 80 y 90 para el análisis del impacto en los puertos [Opo90, Hil75, Cha75]. La metodología se basaba en una explotación particular de las tablas Input-Output (como se desarrollará en el Capítulo 5). Posteriormente, otros autores combinan la realización de encuestas entre los representantes de las distintas actividades portuarias con la utilización de las tablas Input-Output. Esta caracterización metodológica, avanza en la idea de subsanar los principales fallos que se derivan del uso de las Tablas I/O relativos a la disponibilidad de datos, estableciéndose como el punto de partida sobre el que analizar el impacto de la actividad de los puertos en la economía.

---

<sup>6</sup>La base de datos KEINS contiene información detallada de profesores universitarios de Francia, Italia y Suecia, que aparecen como inventores en una o más patentes registradas en la Oficina de Patentes Europea (OEP), 1978-2004. Además de CESPRI, contribuyen a la base de datos las siguientes instituciones: BETA (Universite “Louis Pasteur”, Estrasburgo) y Universidad de IMIT-Chalmers (Gotheborg). Umea Universitet y Universita degli studi di Brescia también han contribuido con datos y las tareas de limpieza de datos.

A partir de entonces esta metodología, con algunas variaciones en su desarrollo y ejecución [CLC01, CEE98, VC95], ha sido ampliamente utilizada para analizar el efecto sobre el conjunto de la economía local y regional de la actividad portuaria, más concretamente, sobre el empleo y la inversión pública en infraestructuras. Las principales características del desarrollo metodológico utilizado en los análisis empíricos realizados para el sector portuario [BdQ04], nos son de mucha utilidad en el objetivo propuesto en la tesis, ya que al combinar las características de los proyectos de innovación desarrollados por una empresa en el ámbito de su actividad — que por tanto genera un gasto en la realización del proyecto y por ello un impacto en la economía regional— con el desarrollo metodológico que describen los modelos Input / Output, arrojan las siguientes conclusiones:

- La Tabla Input-Output es una herramienta adecuada para la evaluación del impacto de la actividad portuaria sobre la economía regional o nacional. También del proceso de innovación que lleva a cabo una empresa, ya que se realizan autoconsumos, compras, y su actividad final o resultados tienen necesariamente un fin comercial.
- A través de los multiplicadores deducidos por las Tablas Input-Output se computan los efectos directos, indirectos e inducidos a través de las compras interindustriales y de los consumos familiares. De esta forma, se logra contabilizar no sólo el efecto inicial que la actividad tiene dentro de su sector económico, sino también el impacto completo sobre toda la economía. Esto es especialmente útil para nuestro objetivo, ya que al caracterizar el proceso de innovación, podemos obtener el efecto que la propia innovación tiene sobre el resto de sectores de la economía.
- Dado el plazo de cuatro o cinco años entre el año de referencia de una Tabla Input-Output y su publicación, es preciso establecer algún método de actualización y proyección. Para ello, autores como [Sto69] proponen la aplicación del método iterativo de convergencia matricial RAS. Este método se basa en un proceso de cálculo que facilita el ajuste de una matriz desfasada temporalmente.
- No todas las regiones disponen de una Tabla Input-Output, lo que dificulta la determinación de los impactos económicos de la actividad de

innovación sobre la región que se esté desarrollando el proyecto. En este sentido, es posible utilizar a nivel de comparación interregional las Tablas Input-Output nacionales. Posteriormente, será necesario estimar — mediante el método iterativo de convergencia matricial RAS — la matriz regional para adaptar los resultados obtenidos a la propia región.

Por ello, a pesar de que este tipo de instituciones no realizan actividad de innovación, las metodologías que se utilizan para medir el impacto que dichas infraestructuras tienen en el ámbito regional, tanto a nivel de sector portuario como resto de sectores involucrados, son muy adecuadas para nuestro propósito de caracterizar — en términos socio-económicos — la innovación tanto en la propia empresa que la realiza (asemejable a la figura en este caso de Puerto) y el entorno más próximo a la misma (la economía regional).

#### **3.4.3. Proyectos de Evaluación de Políticas Públicas**

En este epígrafe, realizamos un análisis de las aproximaciones a la evaluación del impacto que, organizaciones públicas nacionales — CDTI y FECYT— han llevado a cabo con apoyo del sector privado, así como iniciativas que surgen promovidas por la Comisión Europea en el marco del 6º Programa Marco, en su subprograma INNOVA.

##### **Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial**

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, llevó a cabo en el año 2009 el estudio “Impacto de la I+D+i en el sector productivo español” [CDT09]. Dicho estudio se centra en analizar el impacto que tienen las actividades de innovación de las empresas españolas en sus resultados tecnológicos y económicos, identificados a través de una serie de indicadores contenidos en el **Panel de Innovación tecnológica (PITEC)**<sup>7</sup> y en la **Encuesta sobre**

---

<sup>7</sup>El Panel de Innovación Tecnológica es una base de datos de tipo panel que permite el seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas, resultado del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología junto con el asesoramiento de un grupo de expertos

### **Estrategias Empresariales (EsEE)<sup>8</sup> .**

Para ello, se realiza un análisis de los datos de las bases de datos de dos de los tipos de ayudas que proporciona el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial a las empresas, con el objetivo de mejorar su nivel tecnológico: **los créditos a proyectos de I+D+i** y **los créditos a la nuevas empresas de base tecnológica**, incluidos en el programa NEOTEC<sup>9</sup>.

Para evaluar el impacto de la innovación en la empresa, utiliza indicadores de resultados tecnológicos, considerando, por un lado, los porcentajes de empresas que obtienen innovaciones de producto, proceso, organizativas o de comercialización en un determinado año y, por otro lado, los porcentajes de empresas que han utilizado algún instrumento de protección de la propiedad intelectual.

Desde el punto de vista de los resultados económicos, se analiza el comportamiento de las ventas, de las ventas debidas a nuevos productos, del margen bruto de explotación y de la productividad laboral.

Si bien es cierto que los resultados que presenta el informe son muy positivos, el análisis sugiere las siguientes consideraciones de cara al desarrollo de los objetivos de la presente tesis doctoral:

---

académicos. Con datos desde 2003, su objetivo final es contribuir a mejorar la información estadística disponible sobre las actividades tecnológicas de las empresas y las condiciones para la realización de investigaciones científicas sobre las mismas.

<sup>8</sup>La Fundación SEPI realiza anualmente una encuesta de panel dirigida a empresas industriales manufactureras establecidas en España, denominada Encuesta sobre Estrategias Empresariales. La ESEE tiene su origen en un acuerdo suscrito en el año 1990 entre el Ministerio de Industria y la Fundación SEPI, que se responsabilizó del diseño, control y realización de la encuesta. Desde esa fecha se ha encuestado una media anual de 1.800 empresas manufactureras a partir de un cuestionario de 107 preguntas, con más de 500 campos, que incorpora así mismo información sobre sus cuentas de resultados y balances contables. La Fundación preserva la consistencia y calidad de la serie y también produce el informe y las tablas estadísticas.

<sup>9</sup>La iniciativa NEOTEC tiene como objetivo el apoyo a la creación y consolidación de nuevas empresas de base tecnológica en España. El aspecto más relevante en las propuestas presentadas a esta línea es la estrategia de negocio basada en el desarrollo de tecnología (la tecnología debe ser el factor competitivo de diferenciación de la empresa), basándose en la creación de líneas de I+D propias. No se adecuan las empresas cuyo modelo de negocio se base primordialmente en servicios a terceros, sin desarrollo de tecnología propia.

- No toda innovación se protege, dado que la protección de la innovación es una decisión empresarial, por lo que la metodología empleada no recoge de forma global el efecto “esfuerzo tecnológico”. Es decir, es necesario agregar información con otro tipo de indicadores para poder cuantificar adecuadamente este efecto.
- Para llevar a cabo un análisis de las ventas de productos, servicios, etc. es necesario disponer de una cierta contabilidad analítica en las empresas o que las mismas aporten la información directamente. Dicho de otra forma, es complicado obtener este tipo de información de explotar estadísticamente información previamente almacenada en registros, puesto que esta información normalmente no se especifica en las cuentas anuales que las empresas depositan en el Registro Mercantil cada año. Es posible determinar cambios de facturación, pero es muy complicado conocer cuál ha sido la contribución de un nuevo producto o servicio a la facturación de la empresa si ella misma no provee dicha información.
- CDTI solo financia innovación tecnológica de nuevo producto (no servicio, por ejemplo no es posible financiar un desarrollo software), por lo que el resto de innovaciones consideradas por el Manual de Oslo no están incluidas en el análisis.

#### **Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología**

El Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN<sup>10</sup>), a través de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), se propone como objetivo evaluar distintos aspectos del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007 relacionados con los recursos (inputs), resultados (outputs) y efectos (outcomes), tal y como muestra la Figura 3.8. En este ejercicio de evaluación, se analizan las actividades y programas ejecutados durante los años 2004 y 2007, desde el punto de vista de la actividad desarrollada por los gestores de los recursos económicos movilizados por el Plan Nacional I+D+I en su periodo de validez, así como la participación de los distintos agentes públicos y privados en los programas y acciones.

---

<sup>10</sup>Dicho Ministerio en la actualidad está extinto, teniendo las competencias actualmente el Ministerio de Economía y Competitividad.

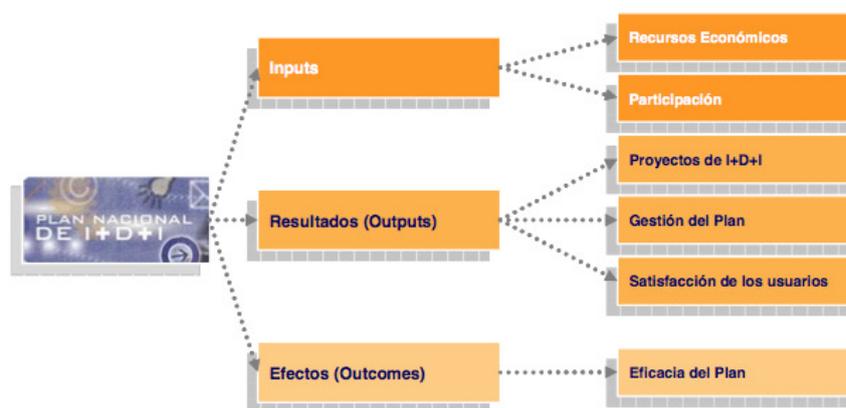


Figura 3.8: Objetivos específicos de la evaluación ex-post del Plan Nacional de I+D+i 2004-2007. Fuente: Elaboración propia.

El posterior análisis de los resultados trata de determinar, desde el punto de vista de los beneficiarios, el grado de satisfacción con los instrumentos y modalidades existentes, con los procedimientos de gestión y difusión de las convocatorias, así como los resultados directos e indirectos de los proyectos financiados por los distintos programas del Plan Nacional de I+D+I. La metodología que lleva a cabo para ello utiliza dos herramientas fundamentales como son la encuesta y los workshops, para procesar estadísticamente la información obtenida posteriormente. Del análisis de la metodología empleada para la evaluación, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Se prima la búsqueda de razones causa-efecto más que la interpretación — deseada o no — de los resultados e impactos obtenidos con el programa. Por ello, es una evaluación de resultados, no de impactos.
- La evaluación es cualitativa y restringida a participantes en el programa de forma directa (principalmente expertos), por lo que los efectos que la actividad de innovar derivada de la ejecución del proyecto tiene en el resto de agentes participantes en el proyecto (de forma directa o indirecta) y en la economía, no se tiene en cuenta.

#### Análisis académicos

En la literatura actual podemos encontrar múltiples referencias a estudios o trabajos que avanza el impacto de la innovación en múltiples ámbitos. Dichos estudios, podemos clasificarlos atendiendo al objetivo final que persiguen:

- **Estudios de eficiencia de programas y políticas de I+D e Innovación.** En este sentido, podemos encontrar referencias muy interesantes como la llevada a cabo por la Comisión Europea a través de INNOVA (visto en el epígrafe 3.4.1), o el estudio [EU09], que, mediante el análisis de resultados cualitativos ofrece resultados acerca de la eficacia del Programa Marco, mediante la realización de búsqueda de información a través de internet y en los informes de obligado cumplimiento por parte de los beneficiarios (cumplimentado con entrevistas telefónicas). Como comentamos anteriormente en el epígrafe 3.4.3, a pesar de que este tipo de ejercicios permiten caracterizar adecuadamente los efectos ex-post de un programa, es complicado utilizar su metodología para caracterizar — a nivel general en toda la economía — los efectos de la innovación.
- **Estudios de eficacia en la concesión de ayudas al desarrollo de proyectos de I+D+i.** Este tipo de análisis, más habitual a nivel regional, ha sido ampliamente estudiado por [P<sup>+</sup>05], donde se analiza la inversión que un gobierno regional concede a los Centros Tecnológicos de la región para la ejecución de proyectos denominados “singulares”. El objetivo que persigue la evaluación es poder medir, en términos de: proyectos finalizados, resultados obtenidos, nuevos productos o servicios generados, etc., la actividad generada por los centros tecnológicos. A nivel europeo, destaca [F<sup>+</sup>09], que trata de estimar el impacto de los fondos comunitarios a la innovación mediante el análisis estadístico de la información obtenida de una encuesta enviada a todas las organizaciones participantes<sup>11</sup>, y combinada con análisis de la encuesta *Community Innovation Survey* y el análisis de casos de participantes del programa.

---

<sup>11</sup>En múltiples ocasiones, el responsable del proyecto ya no está en la organización en el momento de cumplimentar la encuesta, por lo que si no se incorporan mecanismos de control como entrevistas personales y/o telefónicas, se incurre en un sesgo en el análisis obtenido.

- **Estudios orientados a la caracterización de los efectos de la innovación en sectores productivos.** Más que estudios de impacto, estos estudios tratan de caracterizar las relaciones entre *inputs* del proceso de la innovación y los *outputs* obtenidos. En este caso, podemos citar a [OA<sup>+</sup>09], que incorpora el microanálisis para la obtención de relaciones causales entre *inputs-outputs*, o [P<sup>+</sup>09], que centra más su análisis en las diferencias entre sectores.

#### 3.4.4. Proyectos desarrollados en el marco de incentivos de la Comisión Europea

En los últimos años, motivado en gran medida por la aparición de las estrategias regionales de innovación promovidas por la Comisión Europea, han aparecido una gran variedad de aproximaciones para la medición de la política de innovación que incluyen una representación de los procesos políticos, resultados e impactos .

En 2004, en respuesta a una *call*<sup>12</sup> de la Comisión Europea publicada bajo el programa específico para la innovación del 6º Programa Marco de Investigación y Desarrollo (6PM), se desarrollaron ocho pilotos de evaluación de impacto de políticas regionales por parte de Administraciones regionales y autoridades políticas, organizaciones de apoyo a la innovación regional y organizaciones encargadas de la innovación o desarrollo económico y estructural.

El carácter público de las organizaciones aseguraba que hubiera un fuerte apoyo político a las acciones piloto, dado que era necesario que se evaluaran muchos atributos de la innovación en las políticas regionales de apoyo, entre los que destacaban los siguientes: **complejidad, especificidad y análisis de las etapas de implementación.**

La Tabla 3.6 recoge, a modo de resumen, los pilotos de evaluación llevados a cabo por regiones europeas.

Estos proyectos se ejecutaron entre junio de 2005 y principios de 2008 en

---

<sup>12</sup>Convocatoria pública para la presentación de propuestas de proyectos alineados con las directrices de la orden de bases que la regula.

<b>Nombre del piloto</b>	<b>Número de regiones participantes</b>	<b>Acrónimo</b>
Accelerating Regional Innovation Strategy Exchanges	5	ARISE <sup>13</sup>
European Methodology for Regional Innovation Policy Impact Assessment and Benchmarking	8	EMERIPA
Regional Innovation Policy Impact Assessment and Benchmarking Process: Cooperation for Sustainable Regional Innovation	8	EUROCOOP
Impact Assessment Systems & Methodology for Innovation Excellence	5	IASMINE
Innovation Policy impact assessment at regional level: benchmarking for dissemination of differing performances to raise awareness of policy makers, to stimulate successful measures and good practice	7	IMPACTSCAN
Application of Technology Watch Methodology for Assessment of Regional-Innovation-Policy Impact of SMEs	4	INNOWATCH
Methodology for European Regional Innovation Assessment	5	MERIPA
Optimal Practices, Development Policies and Predictive Models for Regions in an Enlarged EU	6	OMEN

Tabla 3.6: Pilotos de evaluación de impacto considerados en el análisis. Fuente: Elaboración propia.

36 regiones de Europa con el objetivo de elaborar las metodologías y herramientas que posibilitaran disponer de una herramienta para evaluar el impacto ex ante de una política pública. Utilizaron como información de base datos contenidos en un análisis de Debilidades-Amenazas-Fortalezas y Oportunidades (DAFO) de la región, junto con un análisis cuantitativo basado en diferentes enfoques:

- **Enfoque Balanced Scorecard**, desarrollado inicialmente para el ámbito empresarial, y utilizado para medir desempeño financiero, permite el desarrollo holístico de medidas de rendimiento desde tres perspectivas: clientes, procesos internos y aprendizaje y crecimiento. Aplicado a las políticas públicas examina el rendimiento, las relaciones entre los beneficiarios e intermediarios de los programas. Aproximaciones como IMPACTSCAN y EMERIPA utilizan este enfoque.
- **El Cuadro de indicadores de Innovación Europeo (EIS)**, utiliza una matriz de indicadores para evaluar anualmente el desempeño de la innovación de los Estados miembros, en relación con: eficiencia, eficacia y el impacto. Se basa en datos de la estadística, principalmente Encuesta de Innovación Comunitaria. El EIS resume datos sobre 17 indicadores de desempeño en las áreas de recursos humanos, creación de conocimiento, transmisión y aplicación del conocimiento y la fuente de financiación de la innovación y el valor de *outputs* de innovación. La fecha de la Encuesta de Innovación Comunitaria y el EIS, permiten la evaluación comparativa entre los Estados miembros. Algunos proyectos como INNOWATCH, utilizan esta información para el desarrollo del análisis del contexto y para poder comparar puntos fuertes y débiles de las regiones.
- **Análisis clúster**: permite analizar grupos de empresas que forman un clúster o un grupo de indicadores reunidos en un grupo. Este tipo de análisis utiliza índices compuestos para las cinco dimensiones clave de la innovación, siendo una herramienta muy útil para las diferentes regiones en el proceso de identificación de los países con un rendimiento similar al que se quiere comparar. Utiliza información secundaria que proporciona [INS13] a través de su GII. El proyecto piloto MERIPA, entre otros aspectos, focaliza su actuación en este tipo de análisis.
- **Análisis de Marco Lógico (LFA, marco lógico)** también denominado marco del proyecto y planificación de proyecto orientado a objetivos (OO.PP), es una herramienta para la planificación y gestión de proyectos de desarrollo. Se utiliza comúnmente por los organismos de las Naciones Unidas y por la Comisión Europea para proyectos de desarrollo. Consta de cuatro pasos: Análisis situacional, análisis de estrategia, desarrollo de

la matriz de planificación del proyecto y el proceso de implementación. El proyecto piloto de EUROCOOP utiliza análisis de marco lógico como parte de su enfoque.

Todos los proyectos presentaron una metodología, una herramienta que implementara el enfoque desarrollado y un informe de resultados del proceso de evaluación que se publicaría en la web<sup>14</sup>.

#### **Proyecto ARISE**

El enfoque que proporciona ARISE pretende definir una metodología flexible que permita realizar una evaluación comparada y una mejora de las políticas de apoyo regional a la innovación, basada en las prioridades regionales. Para ello, utiliza algunos de los instrumentos más comúnmente utilizados en las políticas de apoyo a la innovación, a la vez que implementa un enfoque “*mix and match*” en la utilización y uso de los indicadores.

El proceso que implementa pretende elaborar un perfil regional de la innovación, establecer un momento de evaluación *¿cómo estamos en relación a la innovación?* que permita posteriormente compararse en el tiempo, evaluar la estrategia de innovación basándose en criterios de evaluación diferentes como coherencia, eficacia, adecuación de la política a la región (*¿cómo se han gastado los fondos? ¿eran suficientes los recursos destinados?*, etc.) y comparar las actuaciones regionales con otras regiones, al objeto de identificar posibles buenas prácticas que se puedan extrapolar a las diferentes regiones — tras la correspondiente adaptación de las mismas al contexto regional —.

Para ello, el enfoque se estructura en tres grandes etapas:

1. Introducción de información. En esta etapa de acopio de información, se proporciona información sobre los siguientes parámetros:
  - Contexto: con el objetivo de elaborar el perfil de innovación regional.

---

<sup>14</sup>Salvo en el caso del proyecto OMEN, toda la información relativa a los proyectos pilotos incluyendo informes de resultados puede ser consultada en sus respectivas páginas web.

- Política de Innovación, que agrupa un conjunto de indicadores específicos de apoyo a la innovación y la transferencia de tecnología, apoyo a clúster y parques científicos y tecnológicos, incubadoras y herramientas de apoyo a la creación de empresas, inteligencia de mercado y herramientas de financiación.
  - Impacto, que recoge indicadores de impacto a largo plazo.
2. *Benchmarking*, que permite comparar los indicadores de evaluación de una política de innovación con otra.
  3. Monitorización, que representa los resultados del proceso de evaluación en función de los valores introducidos en las etapas anteriores.

Para la aplicación de la metodología, se realizó un trabajo de gabinete orientado a la caracterización de la información requerida en la fase inicial de la metodología y la elaboración del perfil de innovación regional. Para la configuración del panel de indicadores a utilizar se realizaron encuestas y entrevistas en profundidad con agentes clave de la región.

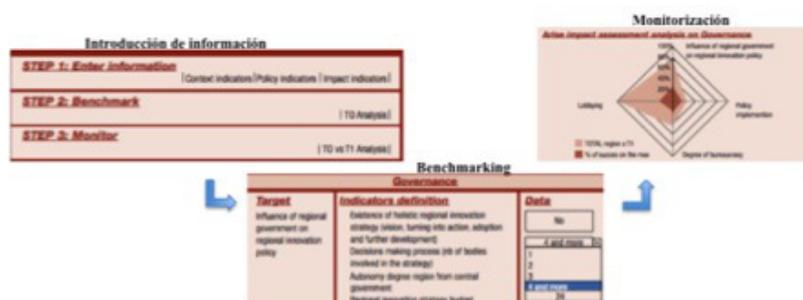


Figura 3.9: Fases de la metodología del proyecto ARISE. Fuente: Elaboración propia.

La herramienta desarrollada está implementada bajo MS Excel, y puede consultarse en la web del proyecto. No obstante, el enfoque de ARISE tiene las siguientes limitaciones:

- Falta de datos: en muchas áreas, pueden no existir datos cuantitativos, sobre todo especialmente en el caso de intangibles.

- El origen de los datos es de vital importancia, ya que datos que no son de gran calidad pueden conducir a resultados erróneos y datos no homogéneos.
- El enfoque no discrimina entre impacto planeado y no planeado.

#### **Proyecto EMERIPA**

El objetivo del proyecto EMERIPA fue el de establecer una metodología a nivel europeo que permitiera a los actores regionales evaluar la eficacia de su investigación y las políticas de innovación en un marco europeo, y convertirse en un punto de referencia para recomendar las políticas óptimas para aumentar su rendimiento regional en materia de innovación. Para ello, compara el rendimiento de la innovación de una región en un año  $n$ , ( $n$  años después del lanzamiento de una estrategia de innovación) con el rendimiento en el año 0. Con ello se pretendía:

- Medir el cambio provocado por el rendimiento regional en innovación.
- Evaluar la adecuación de una determinada estrategia de innovación.
- Evaluar el impacto de una estrategia de innovación en una región.
- Realizar un benchmark de las medidas de políticas de innovación adoptadas en diferentes regiones de la Unión Europea.

La metodología EMERIPA permite obtener el conocimiento y tomar decisiones basándose en la evidencia que se obtiene sobre decisiones pasadas para la siguiente ronda de políticas y estrategias regionales de innovación. De forma general, la implementación de esta metodología requiere:

- Cooperación junto a los responsables del diseño e implementación de políticas si la actividad no está gestionada directamente por ellos.
- Acceso a fuentes de información secundarias.
- La capacidad de recopilación y análisis de información sobre las políticas y sistema de innovación regional.

Área de impacto	Descripción
Financiera	Contabilización del gasto en una acción determinada
Física	Infraestructuras construidas y equipamiento instalado para su uso por una acción determinada
Institucional	Instituciones creadas en una acción determinada
Empleo	Empleo creado durante el desarrollo de una acción determinada
Socio-económico	Recogida de los mayores efectos en el ámbito social y económico que han tenido lugar en una región (educación, innovación, investigación y desarrollo, etc.

Tabla 3.7: Ámbitos de impacto de la metodología EMERIPA. Fuente: Elaboración propia.

Con esta metodología se analiza la relación entre el rendimiento de la innovación regional y la estrategia regional de innovación, que se realiza a través de un análisis de 4 niveles, tal y como muestra la Figura 3.10.

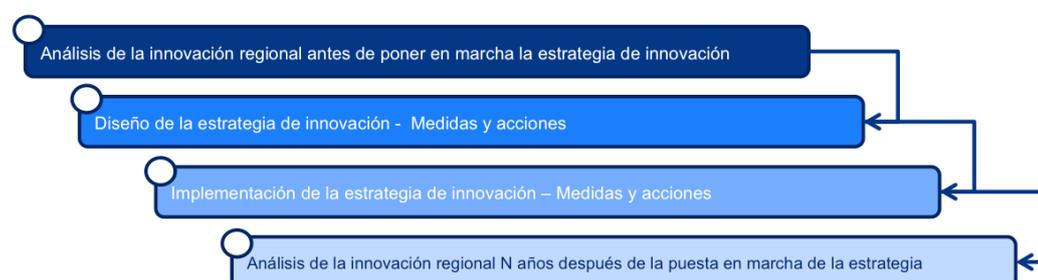


Figura 3.10: Niveles de análisis de la metodología del proyecto EMERIPA. Fuente: Elaboración propia.

Para ello, las áreas de impacto de la metodología son las que muestra la Tabla 3.7 Sin embargo, los indicadores se agrupan en base a un conjunto de módulos, que hacen referencia principalmente a las áreas de impacto de empleo y socio-económico. Incluye 19 marcadores, y es posible aplicarlo en otras regiones mediante la herramienta de evaluación comparativa desarrollada en el proyecto (EMERIPA).

### Proyecto EURO-COOP

El proyecto EURO-COOP: Evaluación de Impacto de Políticas de Innovación Regional: Cooperación para la Innovación Regional Sostenible su enfoque mediante el desarrollo de un marco lógico de innovación políticas, programas y proyectos para una región. Más que responder a la pregunta de “¿Cuál ha sido el impacto de la política de innovación en un territorio?”, este proyecto pretendía detallar la complejidad y la incertidumbre que acontece a todo proceso de evaluación, desarrollando un mapa de ruta y una herramienta de trabajo de soporte a la investigación.

La metodología se estructura en cinco bloques tal y como se puede observar en la Figura 3.11:

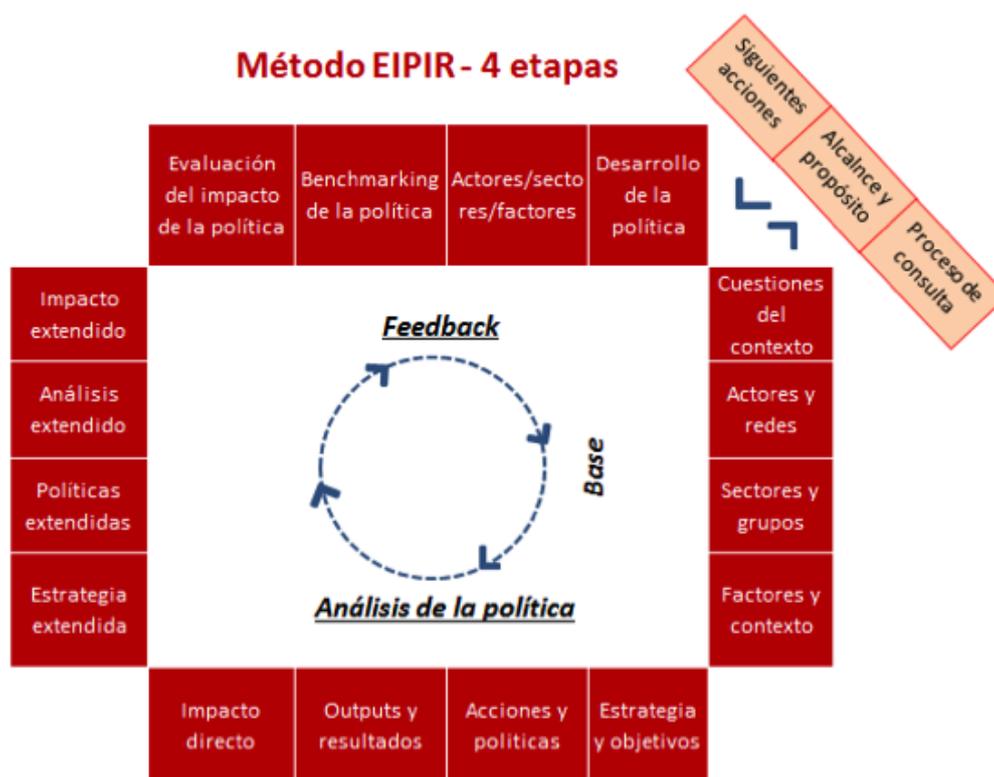


Figura 3.11: Etapas de aplicación de la metodología del proyecto EUROCOOP. Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de la metodología requiere del análisis de información secundaria y primaria, y se estructura siguiendo la siguiente secuencia:

■ **ETAPA 1: Preparación**

- Paso 1: Establecer un comité / foro /red regional.
- Paso 2: Establecer el alcance de la evaluación.
- Paso 3: Llevar a cabo un estudio y entrevistar a las partes interesadas para explorar los actores regionales e instituciones, procesos e interacción entre ellos; programas y políticas de innovación ya existentes (incluye datos tanto cualitativos como estadísticos).
- Paso 4: Explorar los antecedentes del sector, particularmente factores como la propiedad intelectual, finanzas, cadenas de aprovisionamiento y barreras institucionales.

■ **ETAPA 2: Análisis de la política**

- Paso 1: Entrevistas semi-estructuradas con las partes interesadas más influyentes y realización de un foro o taller para agruparlas.
- Paso 2: Análisis del discurso sobre la estrategia con referencias al contexto así como a los actores y su interacción.
- Paso 3: Análisis de un marco lógico de los objetivos visibles y los inputs de las políticas y programas.
- Paso 4: Dentro del mismo marco lógico, investigar los *outputs* / resultados / impactos (esperados o medibles) directos y visibles para cada política o programa.

■ **ETAPA 3: Análisis ampliado**

- Paso 1: Elaborar informes para su discusión y revisión externa tanto por regionales similares como por expertos.
- Paso 2: Llevar a cabo un segundo análisis del contexto/actores/interacciones en el sistema de innovación por región. Un marco lógico ampliado se aplicará para identificar los factores indirectos y subyacentes que influyen a las políticas y programas, además de los impactos indirectos.

- Paso 3: Análisis causal del camino de los inputs y objetivos de las políticas y programas.
- Paso 4: Explorar con las partes interesadas y realizar un estudio más indirecto e intangible de las políticas y programa.

#### ■ ETAPA 4: Feedback

- Paso 1: Llegar a una conclusión acerca de la evaluación del impacto directo y ampliado de las políticas y programas.
- Paso 2: Llevar a cabo un ejercicio de benchmarking para comparar inputs y outputs/resultados/ impactos de las políticas y programas de regiones similares.
- Paso 3: Interpretar los resultados en lenguaje no técnico y disseminarlos en una audiencia amplia, a través de seminarios, talleres, etc.
- Paso 4: Recopilar feedback sobre el impacto y las implicaciones de las políticas y programas del sistema de innovación regional.

### Proyecto IASMINE

La metodología desarrollada por el proyecto IASMINE perseguía dotar a los responsables políticos de una herramienta para evaluar las estrategias regionales de innovación como un todo y caracterizar estas estrategias en términos de objetivos de la política, acciones, presupuesto asignado, impacto y resultados. Para ello, analizaba en qué grado estas estrategias cumplían con los objetivos de la Estrategia de Lisboa<sup>15</sup> en los campos de competitividad, desarrollo sostenible, bienestar y gobierno. De forma complementaria, pretendía determinar el posible impacto de la estrategia de innovación en el sistema

---

<sup>15</sup>La Estrategia de Lisboa, también conocida como Agenda de Lisboa o Proceso de Lisboa es un plan de desarrollo de la Unión Europea. Aprobado por el Consejo Europeo en Lisboa el 23 y 24 de marzo de 2000, tenía el objetivo estratégico de convertir la economía de la Unión en “la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, antes del 2010, capaz de un crecimiento económico duradero acompañado por una mejora cuantitativa y cualitativa del empleo y una mayor cohesión social”.

regional. Por ello, mediante esta metodología, se proporciona a los Policy Makers y evaluadores conocimiento completo del contexto socio-económico en el que aplicar las políticas y de las variables que influyen su impacto en este contexto regional, obteniendo resultados sobre:

- Programas y planes regionales de innovación, ya que suponen la principal fuente de caracterización de las políticas regionales.
- Análisis en profundidad de las políticas.
- Evaluación de acciones políticas tanto finalizadas como en proceso.

La metodología desarrollada está soportada por una herramienta en Microsoft Excel que representa un sistema regional de innovación en forma de una matriz con indicadores orientados al análisis de una política regional. El usuario únicamente debe clasificar cada acción desarrollada según su presupuesto correspondiente y los objetivos estratégicos sobre innovación descritos por la Unión Europea. La salida de la hoja Excel devuelve el impacto esperado de la actuación en el sistema regional de innovación. Tan sólo hay que asignar un “grado de influencia” a cada indicador de cada SRI, cualificando en impacto potencial de la política bajo evaluación. A continuación sintetizamos de forma esquemática el proceso de evaluación del impacto utilizando la metodología IASMINE:

**1. Caracterización de la política regional de innovación (Matriz de la Política).** La caracterización de las políticas regionales de innovación implican la identificación de:

- Áreas regionales cubiertas.
- Objetivos regionales de la política bajo la política de cara área, especificando el presupuesto total para cada una, calendario de ejecución, grupo objetivo, impacto esperado e indicadores asociados a los resultados de las acciones.
- Acciones regionales de la política que supone la implementación regional del objetivo, especificando el presupuesto, el calendario de ejecución, resultados esperados, grupo objetivo, actores elegibles e indicadores asociados a los resultados de las acciones.

- Indicador de cada impacto y resultado, especificando su fuente, disponibilidad, frecuencia de actualización, etc.

Esta fase permite adquirir una visión clara de la programación de la política regional en diferentes áreas.

2. **El análisis del SRI (Matriz SRI).** El objetivo final de cualquier política de innovación es el sistema regional de innovación (SRI), que es el sistema constituido por el intercambio e interacción del conocimiento de distintos actores regionales. Para permitir a los responsables de las políticas monitorizar el funcionamiento de este sistema, se han definido un conjunto de indicadores del SRI, así como una herramienta que ayuda a analizar la influencia de una política dada en los actores del SRI.
3. **Monitorización, evaluación del impacto y *benchmarking*.** Esta fase incluye la recopilación de datos sobre el despliegue de políticas regionales de innovación y la actuación de los beneficiarios de la política y proporciona la base para los análisis que permiten la evaluación del impacto. Para esta fase, IASMINE ofrece un conjunto de buenas prácticas y aproximaciones que guían a los responsables de las políticas durante el proceso de evaluación del impacto de las políticas regionales.

#### Proyecto IMPACTSCAN

El proyecto IMPACTSCAN es un proyecto que desarrolla un sistema de monitorización y evaluación de impacto de la innovación política a nivel regional. Este sistema permite obtener una imagen más clara del apoyo público a la innovación en la región y consecuentemente, permite tomar decisiones para mejorar la eficacia de este sistema de apoyo y estimular la implantación de las medidas de éxito y buenas prácticas. IMPACTSCAN se centra principalmente en el papel de los intermediarios encargados de la innovación regional (parques científicos y tecnológicos, centros de transferencia de tecnología, etc.) y sobre sus resultados de innovación en las empresas. Dichos resultados pueden ser utilizados a nivel regional o para compararlos entre las regiones.

### 1. **Resultados y Beneficios Esperados.**

IMPACTSCAN muestra una visión estructural de los sistemas de apoyo que existen a nivel regional, la asignación presupuestaria de cada uno de ellos y sus principales fortalezas y debilidades. Toda esta información se utilizará para optimizar el sistema de apoyo a la innovación regional, combinar servicios y elaborar un plan de recomendación regional para los responsables políticos. Para comparaciones inter-regionales se identificarán y analizarán en profundidad las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de apoyo a la innovación. Por otro lado, los recursos que proporciona IMPACTSCAN se utilizarán para diseñar un plan regional de apoyo a la innovación a las regiones que tengan experiencia limitada en el ámbito de la innovación. En base a los resultados de IMPACTSCAN, los miembros han mejorado sus sistemas regionales de innovación o unificado elementos que permitieran diseñar herramientas de consultoría y monitorización para los intermediarios.

### 2. **Requisitos de Implementación.**

Para comenzar con el proceso de monitorización y evaluación de impacto son necesarios dos conjuntos de datos. Para el primer grupo de datos, el usuario necesita tener una amplia perspectiva del presupuesto regional que se dedica a la innovación y la distribución de ese presupuesto entre las diferentes políticas de innovación, intermediarios y servicios. Para el segundo grupo de datos es necesario obtener información de las empresas que utilizan los servicios de innovación, y cómo evalúan el impacto de esos servicios en las capacidades de innovación de la organización. Para facilitar la comprensión, el contexto regional es muy importante. En la metodología de IMPACTSCAN se han determinado 31 indicadores para describir el contexto.

- **Presupuesto de Innovación Regional.** El conocimiento de la cantidad total de dinero gastada en innovación regional es tan importante como la distribución de este dinero a través de los objetivos políticos, los intermediarios y servicios. Por tanto, es necesario contar con una visión regional de la puesta en marcha de los objetivos de las políticas hacia medidas de apoyo directo e indirecto de innovación.

El presupuesto regional está reflejado en dos matrices (M1 y M2), tal y como muestra la Figura 3.12. En la primera matriz, la distribución del presupuesto regional de innovación está presentado de acuerdo a los objetivos políticos e intermediarios. Cada celda de la matriz representa el presupuesto que un tipo de intermediario se gasta en una de las 5 políticas de innovación. En la segunda matriz, la distribución del presupuesto se presenta de acuerdo a los intermediarios y los servicios. Cada celda de la matriz representa el presupuesto que un tipo de intermediario se gasta en uno de los tipos de servicios definidos para el proyecto.



Figura 3.12: Matrices del proceso de evaluación del proyecto IMPACTSCAN.  
Fuente: Elaboración propia.

- Medidas de impacto: para medir el impacto de los servicios de innovación sobre los factores que permiten la innovación en las empresas (como la habilidad para definir una estrategia para el futuro que permita obtener dinero para sus actividades de innovación, etc.) son necesarias las encuestas a las empresas. También es importante tener una buena visión de la parte de la demanda.
  - Indicadores: para la descripción del contexto se utilizan 31 indicadores (en 5 conjuntos: tamaño y densidad, contexto político, políticas gubernamentales en innovación regional, apoyo a la innovación por el lado de la oferta, y por el lado de la demanda).
3. **Enfoque y Metodología.** Para la herramienta de IMPACTSCAN los datos de las tres matrices se encuentran codificados en la versión estándar de Excel. Las presentaciones gráficas de las matrices en números absolu-

tos (euros) como en tanto por ciento (%) de los presupuestos de innovación regional se incluyen en la herramienta estándar de IMPACTSCAN. Es una herramienta que permite modificar fácilmente las características de los gráficos.

- Ajuste de contexto: los 31 indicadores que se utilizan para describir el contexto regional están inspirados en el proyecto europeo “STRINNOP<sup>16</sup>” y son procesados de acuerdo a los resultados de dicho proyecto en un diagrama araña. El diagrama regional de araña indica de una manera muy rápida las fortalezas y debilidades de la región, comparada con el valor medio. El diagrama multi-regional de araña muestra las similitudes y diferencias entre las diferentes regiones de una manera muy eficaz.

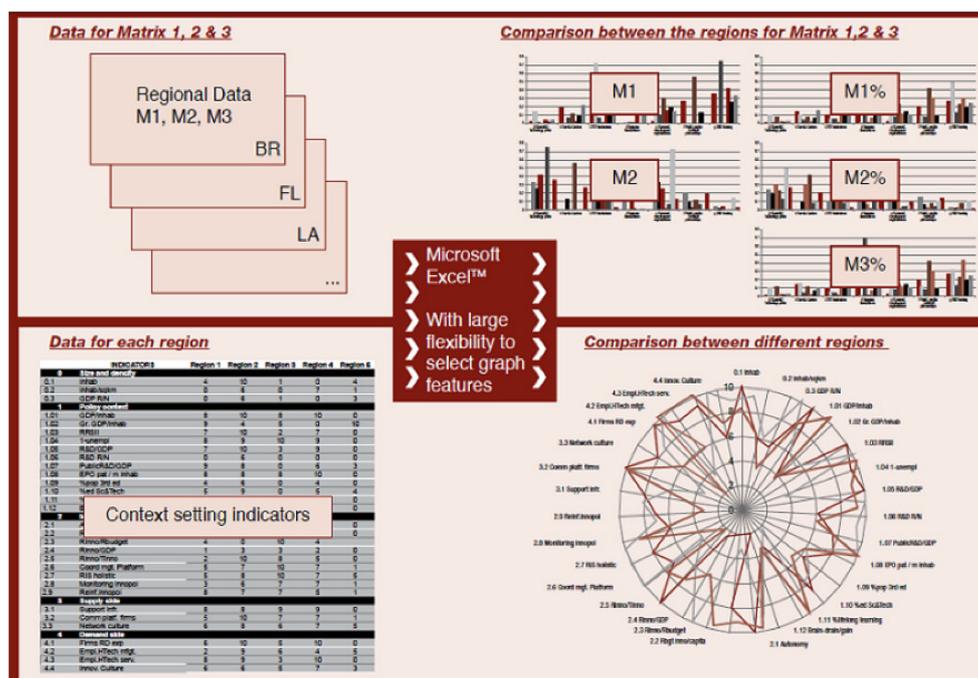


Figura 3.13: Visión holística del proceso de evaluación de la herramienta IMPACTSCAN. Fuente: [EU01]

<sup>16</sup>Accesible a través de Internet en la URL: <http://www.insme.org/>

#### Proyecto MERIPA

El objetivo principal de MERIPA es apoyar a los responsables políticos en las diferentes etapas del desarrollo y aplicación de una metodología para la evaluación de las políticas de investigación e innovación regionales. Se ha diseñado una caja de herramientas que integra diversos elementos como el análisis de conglomerados y la cartografía de la red, la evaluación comparativa de indicadores y encuestas que proporcionen un amplio paquete para orientar los políticos regionales en su labor política. MERIPA está diseñado para proporcionar a las regiones los medios necesarios para aprender a construir sus capacidades innovadoras y la habilidad para evaluar los efectos de sus políticas y el proceso de creación, implementación y redefinición de las mismas. Permite a los usuarios de diferentes niveles hacer uso de la herramienta de acuerdo con sus puntos de partida, por tanto, sirve para los recién llegados a la labor política de innovación como a los veteranos en este campo.

Las herramientas de MERIPA están diseñadas para proporcionar conocimiento relacionado con la situación regional actual y ayudar a la toma de decisiones en el proceso de creación de políticas de innovación. Todas estas herramientas se estructuran en las principales fases del proceso de creación de políticas: puesta en marcha, diseño, implementación y revisión. Para cada fase se utilizan diferentes herramientas, las cuales aportan diferentes resultados y beneficios:

- La herramienta “*Cluster Mapping*” ayuda a identificar los grupos en una determinada región, basándose en el concepto de grupo de Michael Porter [Por98]. Esto conformará la base para el próximo desarrollo de las políticas en el área del grupo.
- El análisis de la red permite determinar si los grupos descubiertos con la primera herramienta están funcionando o no. Esto identifica la cadena de valor en el sector empresarial y proporciona una visión en la dinámica de grupo que permite a los políticos hacer específicamente más políticas de clúster.
- La plantilla de entrevista ayuda a recopilar información de la región y

sentar las bases para el plan de trabajo que se constituya la base para la política de innovación de la región. Facilita una mejor comprensión de las necesidades en el marco de innovación de la región.

- La lista de tareas simplemente verifica si el proceso de creación de políticas incluye todos los elementos que se necesitan para el diseño de éstas.
- El plan indicador ayuda a preparar la evaluación y asesoramiento de las políticas como una parte integrada del proceso de diseño de la política. Esto mostrará las formas en las que puede ser medido el rendimiento de la innovación de la región, y ayuda a planificar qué datos deben ser recolectados a lo largo de la futura aplicación de los programas de innovación.
- El Plan Regional de Innovación ayuda a desarrollar una estrategia realista y detallada por las actividades de innovación en función de las necesidades y condiciones que se dan en cada región específica. (A través del desarrollo de una Estrategia Regional de Innovación y de Transferencia de Tecnología (del inglés *Regional Innovation Strategy* (RIS) ó *Regional Innovation Technology Transfer Strategy* (RITTS)).
- La implementación provee a los usuarios con la guía formulada como consecuencia de la experiencia adquirida de las regiones que ya lo han utilizado.
- La herramienta del indicador aporta cinco índices diferentes que permiten medir el rendimiento del sistema regional de innovación.
- El modelo Análisis de la Envolvente de Datos (del inglés *Data Envelopment Analysis — DEA—*) es una herramienta que permite hacer una clasificación transnacional y una evaluación comparativa de un gran conjunto de políticas regionales de innovación que mide el impacto y la eficiencia relativa.
- La revisión ayuda a determinar los logros del proyecto. Proporciona una evaluación en detalle de las influencias que ha tenido la política.

Las herramientas, que han sido elegidas por el usuario dependiendo de sus necesidades específicas tienen diferentes requisitos. Por ejemplo, pueden requerir

la implicación de grandes expertos. Para la recolección de datos, algunas herramientas se basan en datos estadísticos. Por otro lado, hay algunos datos que no están disponibles en el ámbito nacional o europeo, por lo que tendrán que ser específicamente recogidos por la propia región. Esto se suele planificar con antelación a través del Plan Indicador. Por otro lado, hay otras herramientas que utilizan encuestas que se central en los puntos de interés de cada región. MERIPA pretende dar respuesta a las necesidades de las diferentes regiones

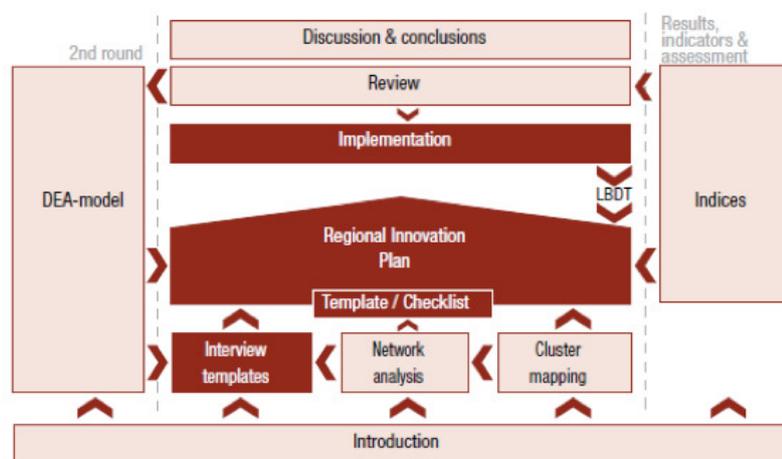


Figura 3.14: Visión holística del proceso de evaluación de MERIPA. Fuente: [EU01]

que se encuentran en proceso de creación de políticas de innovación. Las herramientas tienen una estructura modular, que permite la elección de módulos particulares dependiendo de las necesidades específicas de cada usuario/región. El punto de partida del desarrollo de la política será lograr una más profunda comprensión de las especificidades regionales de los responsables políticos. Para determinar dichas especificidades se llevará a cabo un mapeo, análisis de red y se utilizarán como ayuda plantillas de entrevistas diseñadas para revelar las cuestiones actuales que obstaculizan el desarrollo de la innovación y los posibles eventos futuros. Las entrevistas dan una idea sobre lo que los actores de innovación esperan del futuro y a qué están dispuestos a comprometerse.

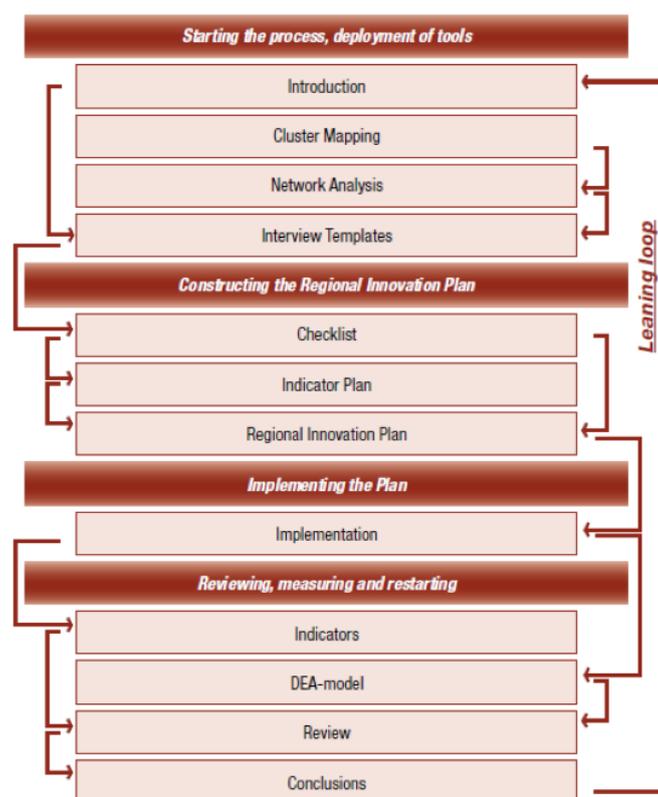


Figura 3.15: Implementación de la metodología MERIPA. Fuente: [EU01]

### Proyecto INNOWATCH

INNOWATCH es una herramienta que se basa en evaluar la metodología de las políticas de innovación y su impacto en diferentes regiones, proporcionando estadísticas, análisis de datos y representaciones gráficas de los resultados. El objetivo de esta herramienta consiste en sacar conclusiones sobre la eficacia de las políticas de innovación, contribuyendo así a la asignación eficiente de recursos de innovación y promocionando diferentes acciones y estrategias. Como efecto de la evaluación del análisis comparativo, INNOWATCH proporciona un mecanismo continuo de redefinición, focalización regional y ajustes de políticas regionales, proporcionando así una mayor eficacia en la asignación de los recursos públicos. INNOWATCH puede ser útil a la hora de identificar las mejores acciones que promocionen la innovación en la región a través de la evaluación comparativa de los indicadores que determinarán el éxito o fracaso

de las políticas de innovación regional. Mediante el uso de una comparación inter-regional se puede ayudar a identificar las fortalezas y debilidades de las políticas de innovación, lo cual es fundamental para la futura decisión de dichas políticas.

#### 1. Uso regional:

- Comparación de una región particular con el nivel nacional y europeo con recomendaciones para la elaboración de políticas.
- Tendencias de políticas innovadoras en una particular región en un periodo de años determinado.

#### 2. Comparación Interregional:

- Comparación de los éxitos obtenidos de concretas políticas innovadoras con las diferentes que se aplican en otras regiones.
- Encontrar las mejores estrategias y acciones que promuevan la innovación teniendo en cuenta la idiosincrasia de la región y el desarrollo sostenible de la región.
- Tener en cuenta que la evaluación comparativa del resultado del ejercicio puede ser muy útil para diseñar e implementar futuras políticas innovadoras a través de la aplicación de políticas amigas de la innovación y del marco regulador.

Las regiones participantes en el proyecto ya han desarrollado una comparación entre ellos, que ha desembocado en una identificación de las mejores prácticas y políticas innovadoras que pueden ser aplicadas con grandes niveles de éxito en otras regiones. Para evaluar una región utilizando INNOWATCH es necesario disponer de datos estadísticos. Esto incluye indicadores como el número de personas empleadas en el ámbito de I+D en la empresa, etc. Estos datos se pueden encontrar en muchos estudios, como por ejemplo *European Innovation Scoreboard*, *Eurostat's Science*, o diferentes instituciones como el Instituto Nacional de Estadística. Estos datos son necesarios por año a nivel regional para la región que se quiere evaluar y a nivel nacional o Europeo.

Las políticas de innovación de una determinada región son evaluadas con todos los datos de referencia nacional y europeos de políticas de innovación.

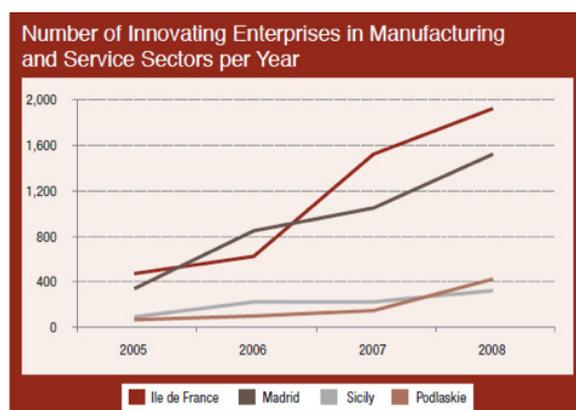


Figura 3.16: Implementación de la metodología MERIPA. Fuente: [EU01]

La herramienta da una fácil y directa recomendación sobre las políticas de innovación regionales, marcando el nivel que existe como malo, bajo, bueno, muy bueno o excelente (Figura 3). Para esto, la herramienta divide las políticas en cinco clases, por lo que es más fácil distinguir las buenas y malas acciones y estrategias a la hora de promocionar la innovación. Estas clases son:

- Innovación en recursos humanos.
- Innovación en financiación de la innovación.
- Innovación en macroeconomía.
- Innovación en la creación de conocimiento.
- Innovación en la difusión del conocimiento.

La identificación de estos tipos de innovación conlleva un fácil entendimiento del estado de cada una de las diferentes políticas que se dan en la región.

Desde aquí aparece la necesidad de utilizar datos fiables y contrastados, para que los resultados se ajusten a la realidad y los actores que participan en la innovación conozcan los análisis del proyecto y las conclusiones, pudiendo así, tomar como referencia el impacto que han tenido anteriores políticas de innovación.

#### **Proyecto OMEN**

El objetivo del proyecto OMEN es desarrollar herramientas eficientes para monitorizar el éxito de las políticas regionales de innovación y proporcionar a los representantes institucionales con las observaciones y sugerencias sobre los puntos débiles que siguen obstaculizando el pleno desarrollo de la competitividad. La herramienta metodológica desarrollada por OMEN tiene como objetivo proveer un marco de trabajo común para analizar el impacto de las políticas regionales de innovación y prestar asistencia para evaluar en qué medida se logran sus objetivos. Con ello, el proyecto OMEN persigue:

- Entender las limitaciones que sienten los actores clave involucrados en la innovación regional.
- Llevar esos problemas a las autoridades regionales a cargo de la planificación de la innovación e implementación de estrategias.
- Reunir a los responsables políticos y principales grupos innovadores para discutir cuestiones específicas de innovación de interés común.
- Transformar todas las sugerencias, comentarios y temas relevantes en las políticas concretas de innovación regional.

Esta metodología evalúa cómo de bien las políticas y programas de innovación alcanzan sus objetivos. Para ello, se tienen en cuenta 3 aspectos fundamentales, y se requiere en todo caso una evaluación ex-ante:

- Eficiencia en costes. Hace referencia a la capacidad de optimización de los recursos disponibles para consecución de unos objetivos definidos.
- Efectividad de costes. Hace referencia a la capacidad de lograr el objetivo de la política con los recursos disponibles.
- Efectividad. Hace referencia en la capacidad para alcanzar el objetivo de la política, aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos disponibles.

Con esta metodología se evalúan los beneficios y costes de una determinada actividad dentro de una política o programa de innovación. En la metodología del proyecto OMEN se trabaja con un conjunto de 22 indicadores para cuatro áreas de análisis concretas, a saber:

1. **Entradas:** Da información sobre la importancia efectiva de las políticas de innovación y el peso del gasto público en innovación. Se caracteriza mediante los siguientes indicadores:
  - a) índice de esfuerzo político, descrito como el peso relativo del gasto en innovación.
  - b) índice de fortalecimiento de la política regional de innovación, que describe que aspectos de la política regional son clave a nivel nacional y cuáles sólo a nivel local.
  
2. **Proceso y administración:** Muestra cómo se definen de manera transparente las políticas y objetivos prioritarios, así como la relación entre los instrumentos de financiación y los planes. Se caracteriza mediante los siguientes indicadores:
  - a) índice de transparencia política, describe la transparencia de las prioridades y objetivos políticos, y permite confrontar los resultados con las expectativas iniciales.
  - b) índice de coherencia global: describe donde las prioridades de financiación de una política regional de innovación están alineadas con la estrategia regional de innovación.
  - c) índice de coherencia Objetivos-Herramientas: describe donde la financiación de cada actuación es consistente con los objetivos marcados en la estrategia o programa regional de innovación.
  - d) índice de cobertura política: describe quiénes son los potenciales beneficiarios respecto a la población de referencia.
  - e) índice de balance de acceso territorial, describe la elegibilidad de la medida a nivel sub-regional.
  - f) índice de discriminación de acceso, describe los condicionantes y restricciones de acceso que pueden dificultar el acceso a la medida.

- g)* índice de claridad / visibilidad, describe el proceso y criterios de selección y admisión.
- h)* índice de participación: describe la intensidad de publicitación de las medidas de la política.
- i)* índice de asignaciones de red, describe cuánto cuesta implementar una política, teniendo en cuenta tanto los costes de implementación como los de participación.
- j)* índice de capacidad de entrega, describe cuantos fondos destinados a la ejecución de actuaciones en innovación han sido efectivamente gastados.
- k)* índice de rapidez en la entrega, describe el tiempo de puesta en marcha de las actuaciones de innovación planificadas en la estrategia.
- l)* índice de retraso en la entrega, describe el retraso del tiempo de puesta en marcha de las actuaciones planificadas en la política regional.
- m)* índice de trámites burocráticos, describe los obstáculos burocráticos que han sido encontrados por los participantes en el cumplimiento de los requisitos del programa.

3. **Resultados:** Proporciona los resultados obtenidos por la política que se está analizando en comparación con los objetivos establecidos, analizando las distintas actividad desarrolladas. Los indicadores que caracterizan esta área son los siguientes:

- a)* Incidencia sobre el empleo, describe el empleo de los beneficiarios respecto del total del empleo generado.
- b)* Incidencia monetaria sobre el empleo: describe el gasto por persona empleada en las instituciones beneficiarias.
- c)* Incidencia en instituciones beneficiarias, describe la participación de las instituciones beneficiarias respecto al total de población referencia (elegible).
- d)* Incidencia monetaria por institución beneficiaria

4. **Impacto:** Ilustra los efectos de las políticas e instrumentos de la región a largo tiempo. Esta área aparece caracterizada por los siguientes indicadores:

- a) índice multiplicador de impacto político, describe la relación entre la inversión generada y la financiada.
- b) índice de tasa de éxito, describe cambios relativos en aplicaciones de innovación, patentes de I+D, empleo, retorno de beneficios, productividad, inversión, etc.
- c) índice de eficacia, que describe donde la política ha sido capaz de cumplir los objetivos.

### 3.4.5. **Ámbito Privado**

#### **Banco Mundial**

El Banco Mundial actúa como fuente de asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo en todo el mundo. Su misión es luchar contra la pobreza y ayudar a la gente suministrando recursos, conocimientos, creando capacidad y forjando asociaciones entre el sector público y privado. Desde el Banco Mundial se incentivan y desarrollan proyectos de inversión con el objetivo de mejorar la situación de las personas que viven en la pobreza en el mundo, proporcionándoles recursos, conocimiento y capacidades que los capaciten para salir por sí mismos de esa situación. Como en cualquier proyecto de esta índole, existe la necesidad de medir a posteriori los efectos que ha tenido, es decir, es necesario medir el impacto de ese proyecto.

Para ello, el Banco Mundial ha desarrollado una nueva guía para la evaluación de impacto. El objetivo de esta guía [GMP<sup>+</sup>10] es presentar una visión práctica de cómo diseñar una metodología de evaluación de impacto, dirigido principalmente a los desarrolladores de políticas. Para ello, establece una sistemática a seguir para definir y aplicar de forma exitosa una evaluación de impacto, tal y como se recoge en la Figura 3.17. En la metodología descrita en la guía, se establece que es necesario en un inicio establecer 2 grupos para realizar la evaluación de impacto, uno de ellos como grupo objetivo del que

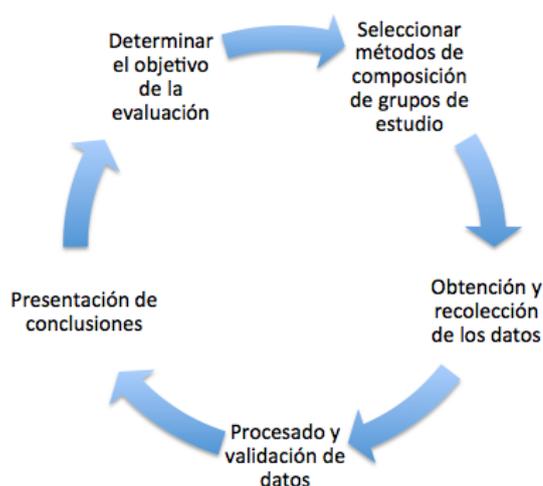


Figura 3.17: Fases de la metodología de evaluación del impacto del Banco Mundial. Fuente: Elaboración propia.

obtener los datos para realizar la evaluación de impacto, y un segundo grupo con el que validar la información obtenida. Se hace especial hincapié en la necesidad que para la recopilación de información siempre hay que trabajar de forma estrecha con la empresa que desarrolla el proyecto/programa, ya que será la que disponga de la información necesaria para la evaluación. Los datos que se recojan así como la forma de recogerlos deben ser los mismos para ambos grupos, de modo que se eviten posibles problemas porque la naturaleza de los datos sea diferente y no se puedan comparar los datos.

#### **Entidades financieras**

Las entidades financieras, por su propia naturaleza, están muy habitadas a la realización de análisis económicos de la actividad empresarial. Ante la solicitud de un préstamo, una entidad financiera ha de poner en funcionamiento su maquinaria interna de análisis de riesgo-rentabilidad de la operación. En el ámbito de la innovación, las entidades financieras tienen un procedimiento similar que les lleva a analizar potenciales inversiones en función de una evaluación económica ex-ante, durante o ex-post, basada en la siguiente

información<sup>17</sup>:

- Plan de negocios que presenta la empresa junto con la propuesta de valor para el desarrollo de una nueva línea de producto de carácter innovador (EX-ANTE).
- Informes de carácter periódico en donde la empresa que recibe una inversión por parte de una entidad financiera, tiene la obligación de presentar todos los datos necesarios para realizar posteriores evaluaciones (SEGUIMIENTO).
- Informes propios de las entidades financieras donde se analiza tanto la tendencia del mercado, sectores de interés, etc. (SEGUIMIENTO - EX-POST).
- Proyecciones, en caso de aceptar como válido el plan de negocio, que tendrá el proyecto presentado, mediante la aplicación de las Tablas Input-Output, orientando el análisis a los objetivos de la entidad financiera, no del proyecto en sí. Es decir, a la promoción del tejido empresarial, no de un tejido empresarial más fuerte, o más especializado, etc. (EX-ANTE)
- Seguimiento a través de indicadores (SEGUIMIENTO - EX-POST), como:
  - Indicadores de actividad, refiriéndose a aspectos más intangibles que describen las actividades generadas del proyecto, como puede ser el número de conferencias realizadas sobre temas relacionados o derivados del proyecto, el número de asistentes a estas conferencias, la tipología de asistentes a las conferencias, colaboraciones generadas a partir del proyecto, número de patentes registradas, etc.
  - Indicadores de impacto, en los que se toman datos más de tipo cuantitativo, como son los beneficios generados del proyecto, variación

---

<sup>17</sup>Esta información no es exhaustiva y proviene de entrevistas personales realizadas con responsables de las principales entidades financieras del país. Por motivos obvios de confidencialidad, se han omitido los nombres tanto de las personas entrevistadas como las entidades financieras a las que pertenecen. Por ello, se ha realizado un ejercicio de síntesis de la información obtenida que se presenta a modo de principales conclusiones.

en producción, generación de nuevos puestos de trabajo, generación de nuevas líneas de investigación, tiempo de recuperación de un euro de inversión en I+D, etc. Es decir, todos los datos que se emplean están orientados al ámbito empresarial, midiendo con especial interés el área económica.

#### **Empresas**

Para la caracterización de la sistemática de evaluación del impacto económico en las empresas, analizamos el trabajo de COTEC “La Gestión Económica de la I+D+i en las Empresas” [COT11]. El objetivo de este estudio es el de proponer un marco para el análisis y la mejora del sistema de gestión económica de la actividad de I+D+i en las empresas. Para ello, realiza un estudio de buenas prácticas respecto a las actividades que desarrollan para la gestión de su actividad empresarial. El estudio considera cuatro ámbitos que conforman el marco de análisis:

- **Proyecto individual.** Basado en determinar aspectos tales como: valor esperado de un proyecto, rentabilidad, etc. Normalmente utiliza para ello estudios de rentabilidad<sup>18</sup>. De los estudios de rentabilidad se puede obtener información relacionada con los datos que se utilizan para medir económicamente un proyecto. Para el objetivo de la tesis puede resultar interesante, ya que se pueden analizar los datos e información económica que se mantienen normalmente para un proyecto de I+D+i desarrollado por una empresa privada, y que se puede extrapolar como “*input*” en la evaluación de impacto. Dichos indicadores son los que recoge la Tabla 3.8. En el estudio se analizan un conjunto de empresas, de las que se ha obtenido un listado de información con el que estas empresas realizan sus estudios de rentabilidad
- **Portafolio de proyectos.** Su objetivo es buscar una cartera de proyectos equilibrados, mediante la gestión y seguimiento del portafolio de proyectos de la empresa.

---

<sup>18</sup>Esta fase de la metodología proporciona ciertos datos de interés que podrán considerarse como “*input*” de una evaluación de impacto de la actividad de I+D+i, ya que se trata de información que se recoge de forma inicial para estudiar la rentabilidad del proyecto.

<b>Datos empleados para los estudios de rentabilidad</b>		
Total inversión	Tasa de descuento Payback	Desembolso de inversión no financiada
Total desinversión	Deudores (sin saldo fallido)	Gastos de financiación
Inversión neta	Existencias	Pagos por devolución de financiación externa
Valor residual	Tesorería	Cobro de la desinversión
Financiación externa	Proveedores-Acreedores	Subvenciones
Tasa de Amortización	Ingresos	VAN y TIR

Tabla 3.8: Datos empleados para los estudios de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia

- **Gestión presupuestaria y financiación de la I+D+i.** Se realizan las labores de definición de presupuestos, control de costes, etc.
- **Medición de la I+D+i,** cuyo objetivo es obtener la visibilidad de los resultados a través del desarrollo de un cuadro de mando con un conjunto de indicadores de impacto de la actividad.

Según se establece en el estudio, esta fase de la gestión económica de los proyectos de I+D+i en las empresas, tiene como objetivo el recopilar toda la información necesaria del proyecto que permita transmitir el valor generado por dicha actividad de I+D+i.

Para estas mediciones, se establece que es necesario considerar tanto el pasado, por ejemplo teniendo en cuenta datos como los ingresos debidos a nuevos productos, retorno de la inversión en innovación, etc., así como las expectativas futuras, como por ejemplo el valor actualizado de la cartera de proyectos, opciones reales, etc.

Para la medición de los resultados de un proyecto de I+D+i, en las empresas analizadas en el estudio, se utilizan cuadros de mando de innovación, que están compuestos por un conjunto de indicadores. El principal problema con el que tratan las empresas cuando desean medir el impacto de un proyecto de I+D+i es el convertir los intangibles en tangibles, ya que en numerosas ocasiones un proyecto de innovación no produce productos como tales. Las principales tendencias de las empresas en torno a la

Indicadores de medición de la innovación preferidos por las empresas	
Indicador	Tipología
Incremento en la cifra de negocio debido a nuevos productos o servicios	Output
Satisfacción del cliente con nuevos productos o servicios	Output
Número de ideas o conceptos bajo consideración	Input
Porcentaje de gasto en I+D sobre ventas	Input
Porcentaje sobre ventas de nuevos productos / servicios en un periodo de tiempo dado	Output
Número de productos o servicios nuevos lanzados al mercado	Output
ROI ( <i>Return On Investment</i> ) en nuevos productos o servicios	Output
Número de proyectos de I+D+i	Input
Número de personas dedicadas activamente a tareas de innovación	Input
Incremento en beneficios debido a nuevos productos o servicios	Output
Potencial del total de la cartera de nuevos productos / servicios en cumplir los objetivos de crecimiento	Output
Cambios en cuota de mercado con motivo de nuevos productos / servicios	Output
Valor actualizado Neto (VAN) del total de la cartera de nuevos productos / servicios	Output

Tabla 3.9: Indicadores para la medición de la I+D+i en empresas. Fuente: Elaboración propia

implantación de indicadores de I+D+i es tratar al menos los siguientes aspectos: **Ingresos**, **Rentabilidad** y **Eficiencia**, tal y como recoge la Tabla 3.9.

### 3.5. Conclusiones

La disponibilidad de datos determina, en la práctica, muchas de las decisiones sobre el diseño de una evaluación de impacto. No siempre podemos definir los impactos o los resultados como sería deseable, sino que se debe hacer de la mejor manera posible, con los datos de los que disponemos. A partir

del análisis previo de las distintas metodologías de evaluación de impacto aplicadas por agentes de diferentes características, se han alcanzado una serie de conclusiones que se proceden a enumerar y explicar a continuación.

### 3.5.1. Conclusiones generales del análisis realizado

Por un lado, las agencias o asociaciones de las mismas, cuya actividad se centra en medir el impacto de un determinado programa de ayuda o conjunto de éstos, presentan una metodología de impacto bastante similar. Para todas ellas, normalmente se realiza una recogida inicial de la información de las entidades que reciben la ayuda para la ejecución de algún proyecto relativo a la I+D+i, con la que se realiza un análisis de la situación inicial, y que normalmente se entrega por parte de las entidades para poder recibir la propia ayuda. Se trata de “un tipo” de evaluación *ex-ante*. A partir de este análisis, por regla general se exige a las empresas o entidades que han recibido la ayuda, que presenten de forma periódica unos informes en donde se recoge la información necesaria para la posterior evaluación de impacto *ex-post*, o bien se llevan a cabo técnicas con las que poder extraer la información necesaria para su evaluación.

Para este tipo de agentes, su metodología está muy orientada a medir los beneficios que ha generado un programa de ayudas determinado. Sin embargo, es cierto que para alcanzar estas conclusiones generales, se realizan los estudios o evaluaciones a nivel de la empresa o entidad que ha recibido la ayuda para el desarrollo de uno o varios proyectos concretos. De este modo, las agencias o asociaciones de las mismas, lo que hacen es analizar el impacto que ha tenido el desarrollo de un determinado proyecto de I+D+i en una entidad, gracias a la ayuda de un programa de ayudas determinado. En comparación, podría decirse que las metodologías empleadas por los proyectos diseñados para la evaluación de políticas destinadas a la promoción de proyectos de I+D+i, son bastantes similares a las aplicadas por las agencias. En este caso, lo que se pretende medir es el impacto de una determinada política en una determinada región o país, para lo que se evalúan los proyectos iniciados gracias a dicha política. Esto es exactamente igual que en el caso de la metodología que aplican las agencias. Para el caso las metodologías de los proyectos de evaluación de

políticas, se componen siempre de una evaluación ex-ante para posteriormente realizar la evaluación ex-post. A pesar de que el enfoque inicial es diferente y que utilizan fuentes de información y caracterización de indicadores diferentes, todos coinciden en el análisis desde el punto de vista político de una política de innovación. En este sentido, algunos enfoques se han centrado en entradas, otros en las salidas y otros sobre los resultados de una política de innovación: donde una salida se considera el resultado de un proceso interno y un resultado el resultado de un proceso externo. Otros se han centrado en el proceso de generación de la innovación: los elementos internos, externos o el proceso de generación. No obstante, los resultados obtenidos con los mismos han sido muy diferentes, dada la heterogeneidad de los mismos y el enfoque de cada uno, y no han servido para la caracterización de una sistemática que permita evaluar el impacto de una política de innovación en un territorio.

Sin embargo, donde se observa un abanico diverso en cuanto a la caracterización de metodologías de evaluación de impacto, es en el caso del sector privado. Entidades financieras y empresas privadas, cuyo principal aspecto diferenciador es que dejan más de lado una evaluación de impacto en su sentido más amplio, centrandose principalmente la evaluación en un aspecto más económico, en el que se mide principalmente el retorno de la inversión realizada para el desarrollo de un proyecto de I+D+i, sin analizar los efectos que la ejecución de un proyecto ha tenido en la organización desde el punto de vista más cualitativo (apoyo en el desarrollo de una cultura corporativa más proclive a la innovación, mejora de las capacidades del personal, aumento o mejora de la posición competitiva de la empresa en el mercado, mejora o desarrollo de una red de alianzas o colaboraciones con instituciones públicas y privadas, etc.).

En el caso de las entidades financieras, como el Banco Mundial o entidades financieras con quienes se han establecido entrevistas, el objetivo del proceso de evaluación que ejecutan es observar el impacto que ha tenido la inversión que han aportado a una empresa u otra entidad para que se desarrollase un determinado proyecto de innovación, pero siempre desde un punto de vista de **rentabilidad económica**. Es decir, lo que pretenden es analizar si la inversión que realizaron en su momento, aporta beneficios económicos a la empresa (y por ende a la propia institución financiera), o no. El punto común que presentan con el caso de las metodologías de las asociaciones o proyectos de evaluación

de políticas, es que requieren la presentación de información inicial y se solicita para la evaluación de impacto *ex-post* que se presenten informes periódicos con los datos necesarios para el cálculo de los indicadores.

El caso que mayores diferencias presenta en cuanto a metodología se refiere con el resto de agentes, es el de la empresa privada. En este caso, tiene en común con las entidades financieras, el hecho de que lo que miden es simplemente la parte de impacto económico de los proyectos que se inician, pero en un estado mucho más puro. Con esto, se quiere decir que las empresas no realizan una evaluación de impacto *ex-post* como tal para medir el impacto de sus proyectos de I+D+i, sino que emplean, en primer lugar, un estudio de rentabilidad que les permite identificar si es beneficioso o no para la empresa el desarrollo de un determinado proyecto, y una vez que el proyecto está en marcha, analizan un conjunto de indicadores económicos recogidos en un cuadro de mando que les permite conocer si la ejecución del proyecto está reportando realmente beneficios para la empresa o no.

Para concluir, la Figura 3.18 recoge, a modo de resumen, una comparación de las diferentes metodologías analizadas según la naturaleza de los agentes que las implementan:

Realizada la comparativa, a grandes rasgos, de metodologías empleadas por los distintos agentes estudiados, a continuación se procede a analizar las fuentes de información (primarias y secundarias) que se utilizan para la evaluación de impacto por los distintos agentes, y las técnicas o herramientas para recopilar esta información. En primer lugar, cabe destacar que todas las metodologías estudiadas hacen uso de fuentes de información primarias, a excepción de las empresas privadas, en donde no se realiza esta recogida de información, ya que se tratan de datos de la propia empresa que se gestionan de forma continua por los administradores del proyecto. Existen casos, como el de EMERIPA o StarMetrics, en el que las fuentes primarias se basan simplemente en la obligación que tienen las entidades de presentar un informe de carácter periódico, en donde se recogen todos los datos necesarios para la elaboración de la evaluación de impacto.

Como fuentes de información primaria, las más utilizadas en las metodologías estudiadas son:

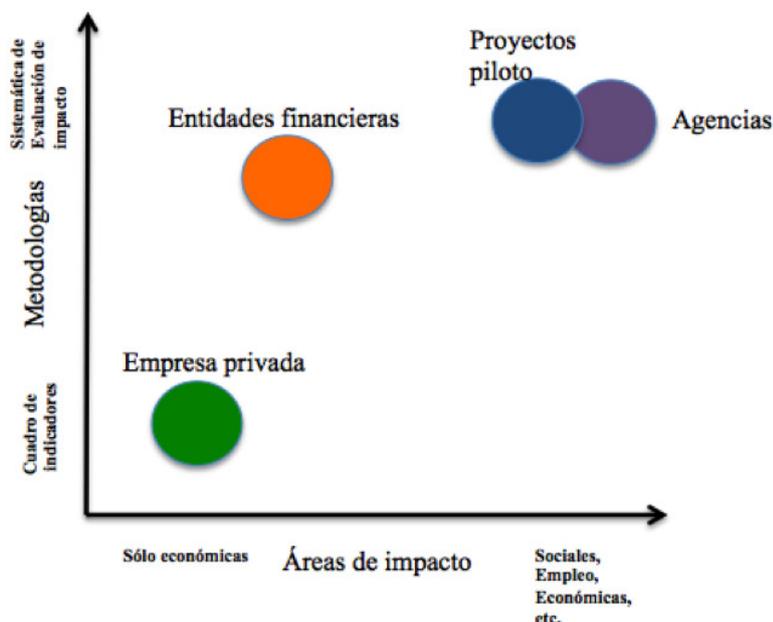


Figura 3.18: Comparativa de las diferentes sistemáticas de evaluación de impacto analizadas. Fuente: Elaboración propia.

- **Entrevistas.** Para extraer la información necesaria de primera mano de los interlocutores clave. Se realizan normalmente cuando no se establece contacto con todos los interlocutores relacionados con el proyecto, programa, etc., sino simplemente un conjunto representativo de los mismos.
- **Cuestionarios.** Utilizados para extraer información necesaria para la evaluación de impacto, por parte de los interlocutores clave, con el objetivo de completar la obtenida de entrevistas o cuando se desea analizar a todos y cada uno de los interlocutores relacionados con el proyecto, programa, etc.
- **Workshops** o mesas de trabajo. Se emplean normalmente para validar que la información extraída de entrevistas y cuestionarios es coherente y consistente.
- **Informes periódicos obligatorios.** Se trata de un informe, definido y diseñado por aquellos que realizarán la evaluación de impacto, en donde

se establece una serie de información a cumplimentar por el interlocutor (entidad que participa en el programa) en donde se detalla toda la información necesaria para la evaluación.

De este modo, y como se puede observar en la Figura 3.18, la mayor parte de las metodologías emplean entrevistas y cuestionarios a realizar con los interlocutores que participan en el proyecto (empresas, universidades u otras entidades). Por la información de la que se dispone para cada metodología, normalmente se realizan entrevistas semi-abiertas, en las que se prepara un guión a seguir en la entrevista, de modo que se asegure que como mínimo se va a conseguir extraer la información básica y necesaria para la evaluación de impacto. Por otro lado, se ha observado que para el caso de los cuestionarios, normalmente se remiten en formato digital a la dirección de correo electrónico de los interlocutores que se desean que participen en la evaluación de impacto o como cuestionario online, a través de una aplicación habilitada a tal efecto, en donde los interlocutores pueden acceder con usuario y contraseña para registrar su información. En lo referente a las fuentes de información secundaria, y en base a las metodologías analizadas, se establece que las más utilizadas son:

- Estudios previos.
- Bases de datos de patentes.
- Informes estratégicos.
- Otras Bases de datos de información relevante para los proyectos.
- Informes de Institutos estadísticos nacionales e internacionales.

Con toda esta información, se puede concluir que, en base a las metodologías estudiadas, es necesario emplear fuentes de información primarias para la realización de una evaluación *ex-post*. Esto se debe a que la información sobre el impacto a obtener es sobre un determinado proyecto, apoyado en algún programa, política o inversión, por lo que es necesario obtener esta información directamente de los responsables de dichos proyectos. Además, como también

se ha observado, en todos los casos hacen uso de fuentes de información secundarias, empleadas principalmente para completar la información extraída de fuentes de información primaria o primera aproximación a la situación para comenzar la evaluación de impacto.

#### **Tipos y presentación de resultados**

A continuación se procede a analizar los tipos de resultados que presentan las metodologías de evaluación de impacto analizadas y la forma en la que presentan la información. Por la información obtenida del análisis de las metodologías, se ha identificado que:

- Las empresas privadas únicamente realizan un análisis cuantitativo, basado en datos puramente económicos que les permita comprobar si el desarrollo del proyecto de I+D+i está siendo o ha sido rentable para la propia empresa.
- Para el resto de agentes, se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo para el desarrollo de la evaluación de impacto, aunque se ha observado que en todas las metodologías estudiadas, tiene una mayor presencia e importancia al análisis cuantitativo, ya que se analizan, principalmente, datos económicos, de empleo, etc., y son los relativos a imagen y sociedad los que presentan un análisis de tipo cualitativo. En cuanto a la forma de presentación de los resultados, se ha identificado que las empresas privadas, por regla general, presentan sus resultados en un cuadro de mando, en donde se pueden observar los valores que definen el retorno de inversión o el beneficio generado con el desarrollo del proyecto.

Y, para el resto de agentes, se establece como regla general, que la información se presente a modo de conclusiones, con descripciones y explicaciones de los valores obtenidos tras la evaluación de impacto. Se trata de presentar el resultado de la evaluación de la forma más comprensible para el público general, en donde se entienda de forma sencilla, el impacto que ha tenido en diferentes áreas estudiadas, un proyecto, un programa o una actividad.

Ámbitos de impacto	Descripción
Financiero	Contabilización del gasto en una acción determinada y de los beneficios económicos obtenidos de dicha actuación
Físico	Infraestructuras construidas y equipamiento instalado a partir de una acción determinada
Institucional	Instituciones creadas en una acción determinada, o nuevas relaciones generadas, etc.
Empleo	Empleo creado durante el desarrollo de una acción determinada
Conocimiento científico	Generación de conocimiento científico a partir de una determinada actuación, que genere beneficios ya sean para nuevos desarrollos, de imagen, etc.
Socio-económico	Recogida de los mayores efectos en el ámbito social y económico que han tenido lugar en una región (educación, innovación, investigación y desarrollo, etc.

Tabla 3.10: Ámbitos de impacto establecidos en las metodologías analizadas.  
Fuente: Elaboración propia.

### Ámbitos de impacto empleados

Por último, en relación a las metodologías de evaluación de impacto analizadas, se procede a establecer las conclusiones obtenidas sobre los ámbitos de impacto que se analizan en dichas metodologías. Del análisis realizado, se observa que en todos los casos no se organizan los indicadores empleados para la evaluación en función de un conjunto de ámbitos de impacto, sino que simplemente se dispone de un conjunto de indicadores entremezclados. Para poder realizar el análisis de los principales ámbitos de impacto que emplean las metodologías, se ha llevado a cabo un trabajo previo de homogenización de la información que permita poder realizar una comparación posterior. Para ello, en primer lugar se ha definido un grupo de ámbitos de impacto. Estos ámbitos se han establecido de modo que se contemplen cada uno de los posibles ámbitos que aparecen en las distintas metodologías estudiadas, y posteriormente se ha homogenizado su nomenclatura, puesto que en algunos casos, distintas metodologías presentaban el mismo ámbito de impacto, pero con nomenclaturas distintas.

Definidas las áreas de impacto comunes para las metodologías de las que se ha obtenido información sobre los indicadores que emplean para la evaluación de impacto, se inició el proceso de reasignación de los indicadores de las metodologías a estas nuevas áreas. De este modo, se obtiene la siguiente información sobre el porcentaje de metodologías que emplean cada una de las áreas de impacto para llevar a cabo su evaluación de proyectos I+D+i, que muestra la Figura 3.19.

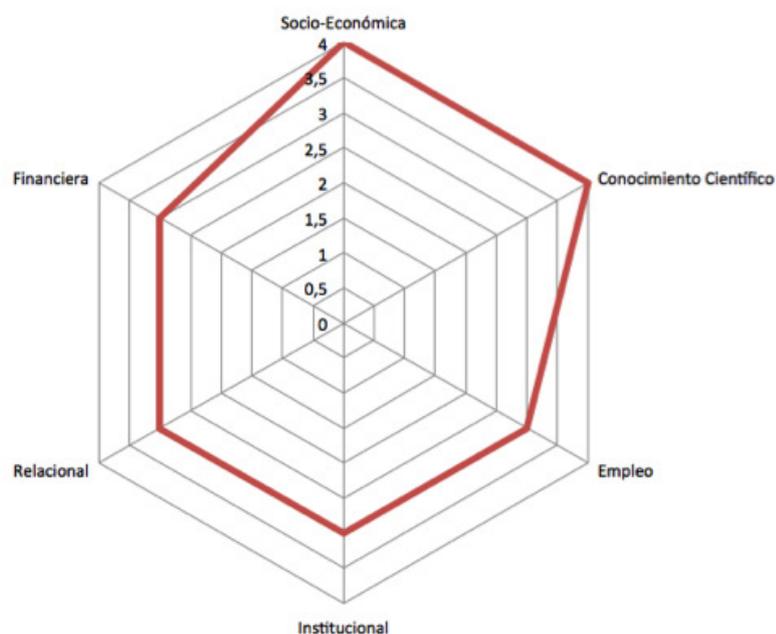


Figura 3.19: Síntesis de las diferentes sistemáticas de evaluación de impacto analizadas. Fuente: Elaboración propia.

Observando la Figura 3.19, se puede ver claramente como la mayor parte de las metodologías hacen uso de indicadores relativos al área financiera, área socio-económica y al conocimiento científico.

Por las características propias de los proyectos de I+D+i, que son el objetivo de evaluación de las metodologías analizadas, es lógico pensar que además de los aspectos económicos, los de mayor interés estén relacionados con la generación de nuevo conocimiento y su difusión, así como el impacto en la sociedad.

A partir de éstos, el resto de ámbitos también son de especial interés, aunque son menos aplicados por las metodologías, y el número de indicadores asociados a cada uno de ellos, también es inferior, ya que mientras que para el análisis del impacto social y financiero se emplean una cantidad importante de indicadores, para casos como el ámbito institucional únicamente se analiza si se han generado colaboraciones o asociaciones empresariales o universidad-empresa, o para el caso del empleo, simplemente se analizan nuevos empleos generados en I+D, aumento de plantilla, etc.

### 3.5.2. Conclusiones específicas para la Tesis Doctoral

Para finalizar este análisis, a continuación se detallan un conjunto de conclusiones finales:

1. La mayor parte de los estudios existentes para la evaluación de impacto de proyectos, políticas, etc. de I+D+i son *ex-ante*, por lo que las evaluaciones *ex-post* son un campo aún por explorar.
2. Por ámbitos de análisis, se han identificado dos grupos:
  - Empresa privada: Centra su análisis en los retornos de la inversión.
  - Políticas de innovación y agencias/instituciones y resto de agentes: Además de analizar el retorno de la inversión, evalúan otro tipo de aspectos como pueden ser el empleo, la generación de conocimiento (patentes), colaboración con otros agentes o empresas, nuevos productos, etc. En definitiva, la evaluación que realiza este tipo de entidades no solo concierne al ámbito económico.
3. Se ha observado que en la gran mayoría de las instituciones/agentes/empresas analizados se utilizan fuentes de información **primaria** para la realización de evaluación de impacto, fundamentalmente **entrevistas**, y de forma complementaria, **cuestionarios**. En los casos en los que no se han utilizado fuentes primarias (EMERIPA) es porque se exige a la hora de proporcionar la inversión, que de forma periódica se entregue por parte de beneficiarios de los programas, políticas, etc., la presentación de un informe que incluye todos los datos necesarios para la evaluación.

4. Institutos de prestigio internacional como el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) y el Fraunhofer<sup>19</sup>, enfocan sus evaluaciones de proyectos hacia un nivel interno en el que evalúan la rentabilidad financiera del proyecto, así como el peso del mismo dentro de la cartera de proyectos.

No se ha encontrado, tras una búsqueda exhaustiva de metodologías, ninguna metodología de evaluación de impacto de características similares a las que se plantea llevar a cabo en la presente tesis.

---

<sup>19</sup>Tras la realización de entrevistas telefónicas con investigadores de ambas instituciones.



## Capítulo 4

# Métodos de evaluación económica en el sector sanitario

*Si abor das una situación como asunto de vida o muerte,  
morirás muchas veces.*

Adam Smith

La Sanidad en España está en crisis. No es una noticia alentadora, ni nueva, pero no por ello es menos cierta. Actualmente asistimos a una crisis global del modelo sanitario, de financiación del mismo a través de los presupuestos generales del Estado, y lo que es peor, a una crisis de valoración social del propio Estado del Bienestar. Todo esto lleva a un deterioro de la calidad asistencial, con una masificación de los hospitales, con un incremento en las listas de espera quirúrgicas y al planteamiento de debates sanitarios, al igual que ha sucedido en Francia y Alemania sobre la valoración de cambios en el Estado del Bienestar alcanzado, mediante medidas correctoras (impuestos añadidos, copago) del gasto sanitario a expensas de la población. [CEF14, ASM<sup>+</sup>13, BFG<sup>+</sup>09]

El déficit sanitario crece año tras año, y la presión asistencial reivindicando una mejora asistencial a nivel público también crece. Sin embargo, el gasto sanitario en relación con el PIB nacional sigue estacionario, el número de hospitales por 100.000 habitantes sigue siendo bajo (1,93 en el censo del 2000) y el número de camas por 1.000 habitantes también es bajo (3,7) con un porcentaje de ocupación del 79,6% y un índice de rotación (número de

enfermos que han ocupado una misma cama hospitalaria a lo largo del año) del 32,4%. [CEF14]

El modelo sanitario español, tanto público como privado, sigue en continuo cambio evolutivo desde la promulgación de la Ley de 25 de abril de 1996, Ley General de Sanidad [BOE86], por la que se organiza en España un Sistema Nacional de Salud para desarrollar un nuevo modelo sanitario que elimine la crisis del modelo sanitario existente hasta ese momento, crisis motivada en parte por un cambio en el concepto de salud y en parte por la universalidad de la cobertura sanitaria promulgada por la Constitución Española de 1978.

Esta universalidad de prestaciones, junto con los objetivos de equidad respecto a la cobertura asistencial y a los recortes presupuestarios, originan una crisis de modelo en continuo estado de evolución, crisis financiera que obliga a ajustar el gasto con el máximo rigor económico y a priorizar de forma estratégica los proyectos de inversión.

## 4.1. Introducción a la evaluación económica en el ámbito sanitario

La valoración económica de la salud es un reto desde el punto de vista del análisis económico, ya que *¿cómo se valora económicamente la salud? ¿cuál es el intercambio que los individuos de la sociedad estarían dispuestos a realizar en términos de renta u otros bienes tangibles, para alcanzar un nivel mejor de salud y de atención sanitaria?* Como vemos, alcanzar un nivel de salud, tanto colectiva como individual, ejerce una influencia notable en el sector económico de la producción de un país. [CEF14]

Es frecuente distinguir hasta tres niveles diferentes en el proceso de toma de decisiones en el sector sanitario. El nivel de decisión más específico sería el nivel “micro”, aquel que tiene que ver con las decisiones para pacientes individuales. En esta instancia se ha de elegir entre tratamientos médicos alternativos indicados para un determinado paciente. Este es el ámbito de la

“toma de decisiones compartida” (*shared decision-making*) entre médico y paciente. [CEF14]

A continuación, si ascendemos hacia ámbitos más generales, tendríamos el nivel “**meso**”, propio de la toma de decisiones sobre grupos de pacientes que comparten una misma patología. Esta es el área de aplicación de las “guías de práctica clínica”, que pretenden definir un tratamiento óptimo para dichos grupos de pacientes.

En tercer lugar, encontramos el nivel “social” o “**macro**”, en el cual se trata de asignar o distribuir óptimamente recursos sanitarios limitados entre una gran variedad de usos potenciales. Esta parcela de decisión es la propia de la gestión y la política sanitaria. [CEF14]

El objetivo de la evaluación económica es comparar diversas alternativas de actuación en términos de sus costes y efectos sobre la salud [DST<sup>+</sup>05, GS<sup>+</sup>96]. No sólo se trata de escoger entre alternativas como dos intervenciones dirigidas a una misma condición clínica (una intervención farmacológica y una no farmacológica para la misma patología), sino también a escoger entre intervenciones diferentes para diferentes condiciones clínicas — escoger entre tratamientos para dos enfermedades diferentes — o, incluso, a las decisiones sobre momentos de actuación alternativos (escoger entre prevenir una enfermedad *versus* tratarla).

Al comparar intervenciones alternativas según los costes y los efectos sobre la salud, las técnicas de evaluación económica permiten medir la eficiencia relativa de las opciones consideradas. Es decir, **una intervención de salud pública, un servicio sanitario o, en general, una asignación de recursos, es más eficiente que otra si con los mismos recursos se obtienen mejores resultados en salud**. Con el fin de medir costes y efectos sobre la salud, la evaluación económica utiliza diversas técnicas: el análisis de minimización de costes, el análisis coste-efectividad, el análisis coste-utilidad y el análisis coste-beneficio como muestra el Cuadro 4.1. La selección de la técnica de evaluación económica dependerá del objetivo del estudio.

Técnica de análisis	Medida de costes	Medida de efectos	Aplicaciones
Análisis de minimización de costes	Unidades monetarias	Supone que todas las alternativas tienen la misma efectividad	Comparar diferentes alternativas con un mismo objetivo de salud, efectividad pero con distinto coste
Análisis coste-efectividad	Unidades monetarias	Unidades de salud	Comparar efectos positivos y negativos de dos o más alternativas pero con un mismo objetivo de salud
Análisis coste-utilidad	Unidades monetarias	AVAC <sup>a</sup>	Comparar los efectos positivos y negativos de dos o más alternativas con un mismo objetivo de salud, expresando la efectividad en AVAC
Análisis coste-beneficio	Unidades monetarias	Unidades monetarias	Comparar los efectos positivos y negativos de alternativas con objetivos similares o ampliamente divergentes

<sup>a</sup>Año de Vida Adicional con Calidad

Tabla 4.1: Características de las técnicas de evaluación económica en salud.  
Fuente: [NLA<sup>+</sup>11].

## 4.2. Técnicas de evaluación económica

### 4.2.1. Análisis de minimización de costes

Los análisis de minimización de costes suponen que las alternativas comparadas tienen los mismos efectos sobre la salud de los individuos, y sólo se diferencian en su coste.

De este modo, el objetivo de un estudio de minimización de costes es estudiar cuál de las intervenciones tiene unos costes menores. En cambio, se habla de análisis de costes cuando sólo se miden los costes de cada una de las alternativas, sin asumir los mismos efectos sobre la salud. Por este motivo, se considera el análisis de costes como un tipo de análisis económico parcial y sesgado desde el punto de vista de la toma de decisiones, porque sólo considera las implicaciones con respecto a los costes y no tiene en cuenta los efectos sobre la salud.

Otro caso particular son los estudios llamados de “coste de la enfermedad”. En este tipo de estudios, se contabiliza el coste que supone para la sociedad la existencia de una determinada enfermedad o problema de salud pública. Habitualmente, los costes incluidos en estos estudios son los directos de la atención médica a los enfermos, las pérdidas de productividad de los pacientes por enfermedad o por muerte, los costes de los programas preventivos y los costes en ámbitos distintos al sanitario, así como los del sistema legal, judicial y educativo [AOA<sup>+</sup>02].

En este punto, cabe reflexionar sobre qué mide exactamente un análisis del impacto económico de la introducción de una intervención sanitaria (sea por ejemplo la introducción de una nueva vacuna, o en nuestro caso, de una tecnología). En principio, el impacto económico o presupuestario, puede expresarse de forma simplificada como:

$$\mathbf{Impacto} = (CM_a \cdot (N_a - N_{ni})) + (CM_{ni} \cdot N_{ni}) - (CM_a \cdot N_a) \quad (4.1)$$

donde,

- $CM_a$ : coste medio anual (sin la nueva intervención) de los pacientes susceptibles
- $N_a$ : Número de pacientes susceptibles
- $N_n$ : Número de pacientes (estimados) que van a adoptar la nueva intervención
- $CM_n$ : coste medio anual (estimados) de la introducción de la nueva intervención en los pacientes susceptibles

Si descomponemos la ecuación 4.1 en sus diferentes elementos, obtenemos los siguientes efectos:

$$\mathbf{Impacto} = \underbrace{(CM_a \cdot N_a)}_{\text{Coste de la enfermedad}} - \underbrace{(CM_a \cdot N_n i) + (CM_{ni} \cdot N_{ni}) - (CM_a \cdot N_a)}_{\text{Estimación del coste en un escenario alternativo}} \quad (4.2)$$

Como se observa en la ecuación 4.2, el *Coste de la enfermedad* cuantifica en términos monetarios el impacto que la patología tiene en los recursos del sistema sanitario. Por ello, de la ecuación 4.2 podemos obtener el coste estimado utilizando la alternativa a evaluar. Este escenario de estudio alternativo provoca costes por paciente diferentes  $CM_i$ , en una muestra  $N_i \leq N_a$  de pacientes con la misma patología. De esta forma, este tipo de análisis permite comparar dos escenarios de coste de una misma enfermedad, la actual y conocida, y la estimada a partir de los cambios en los costes de tratamiento de los pacientes con la nueva intervención y el número de pacientes que se prevé se beneficien de la misma.

#### 4.2.2. Análisis Coste-Utilidad

Análisis en AVAC, años de vida ajustados por la calidad. Para esta valoración hay que partir de la base de que toda pérdida de salud provoca una disminución del bienestar de las personas. La enfermedad produce unos **costes médicos** (para el diagnóstico y para el tratamiento o asistencia), unos **costes de recursos operacionales** (coste de transporte, coste de manutención en los pacientes desplazados), un coste en tiempo y una pérdida de la capacidad productiva, con menor rendimiento en el trabajo o incluso provocando una

incapacidad para poder trabajar, unos costes por los gastos defensivos en que se incurre para prevenir la enfermedad, unos costes en molestias, malestar y por la ansiedad tanto del enfermo como del entorno.

En el ámbito sanitario, existen los siguientes métodos para medir estos costes:

- **El método del coste de viaje.** Este método ha sido el más empleado en la valoración de bienes ambientales (por ejemplo: espacios naturales que pueden ser objeto de visita, la introducción de tecnología en entornos rurales<sup>1</sup>).
- **El método de los precios o salarios hedónicos.** Los precios hedónicos constituyen un método que permite estimar el valor de una característica de un bien a partir del precio de mercado del bien utilizando técnicas de regresión. Utilizando el método de los precios hedónicos, se puede estimar una función de salarios hedónicos, siendo éste el método más utilizado para valorar los riesgos para el estado de salud derivados de las condiciones laborales. En términos generales, con el método de los salarios hedónicos se analiza la capacidad explicativa de diferentes características del trabajador y del puesto de trabajo, incluyendo el riesgo de muerte, en relación con las diferencias observadas en los salarios.
- **El método de la preferencia declarada (PD).** Es un método capaz de obtener el valor social de una reducción de daños sobre la salud. Se basa en las preferencias de los individuos y se realiza mediante cuestionarios. Permite la estimación de la disposición a pagar (DAP) que tiene una persona para mejorar su estado de salud.
- **El método de la valoración contingente (MVC).** Constituye una de las técnicas que tenemos para estimar el valor de los bienes (productos o servicios) para los que no existe mercado. Concretamente se trata de simular un mercado hipotético mediante la realización de una encuesta a los consumidores. El objetivo del cuestionario es presentar un escenario creíble donde los individuos entrevistados constituyan la demanda y el

---

<sup>1</sup>En el estudio de [Cla98] se realiza un análisis para ver los beneficios de la utilización de unidades móviles para hacer mamografías en entornos rurales

entrevistador represente la oferta. El método intenta medir en unidades monetarias los cambios en el nivel de bienestar de las personas debido a un incremento (disminución) de la cantidad (calidad) de un bien. Esta medida, en unidades monetarias, suele expresarse en términos de la cantidad máxima que una persona pagaría por un bien. Es decir, lo que se suele conocer por disponibilidad a pagar (DAP) o disposición a ser compensado/aceptar (DAC). En la valoración de los efectos sobre la salud, el MVC pregunta a los individuos cuál sería la máxima disposición a pagar por una reducción hipotética del riesgo (o la mínima disposición a ser compensado por la pérdida de un beneficio), en un tratamiento particular de una enfermedad o por la reducción de un riesgo medioambiental.

Existen diversas modalidades de entrevistas: entrevista personal, telefónica o envío de los cuestionarios por correo (postal o telemáticamente). Normalmente el cuestionario utilizado en un estudio de valoración contingente consta de tres partes diferenciadas:

- Una primera sección de carácter introductorio, que tiene el objetivo de presentar el bien a valorar y las circunstancias hipotéticas que afectarán al individuo en su valoración.
- Una segunda sección describe el mercado hipotético y la descripción del método de pago. El método de pago puede definirse como pago directo, donación o también pueden usarse impuestos. Sea cual sea la opción tomada, ésta debe aparecer clara a la persona que se entrevista para evitar sesgos en las respuestas. Por ejemplo, cuando se escoge el tipo de impuesto, se puede inducir a reacciones de rechazo. Un individuo puede no estar de acuerdo en pagar por la conservación de las especies a través de un incremento en los impuestos y sí estarlo en hacer una donación. La decisión sobre qué vehículo de pago escoger, suele ser aquella que aparezca como más neutra de acuerdo con la experiencia de otros estudios o el que se utilizaría si el cambio se llevara a cabo.
- La tercera sección hace referencia al proceso de valoración del bien, donde se pregunta al individuo la cantidad máxima que estaría dispuesto a pagar (o disposición a aceptar/ser compensado) por el cam-

bio en la provisión de un bien<sup>2</sup>. La parte final de la encuesta incluye información socioeconómica (renta, profesión, ocupación, nivel de estudios, etc.) y demográfica (edad, lugar de residencia, etc.) sobre la persona entrevistada. Las preguntas a incluir están directamente relacionadas con el tipo de bien que se pretende valorar. Su utilidad reside en la posibilidad de validar los datos monetarios obtenidos y de interpretar la variación de las respuestas entre individuos.

Una de las principales **desventajas** de este método reside en que las respuestas obtenidas se basan en preguntas hipotéticas que no ofrecen al entrevistado ningún incentivo para decir la verdad, siendo las respuestas posiblemente sesgadas. En la actualidad existe una bibliografía muy amplia referente a los posibles sesgos, siendo el sesgo estratégico y el sesgo hipotético los más discutidos y analizados. El sesgo estratégico es el que resulta de un comportamiento intencionado de la persona entrevistada, la cual puede querer influir en el resultado del estudio de acuerdo con sus intereses. Un ejemplo sería el comportamiento del individuo aprovechado (*free rider*), que muestra una disposición a pagar una cantidad inferior de la verdadera, si considera que el proyecto se llevará a cabo y deberá pagar por él.

El sesgo hipotético se define como la diferencia entre los pagos expresados en un entorno hipotético y los pagos realizados por los individuos en situaciones reales. Este tipo de sesgo constituye uno de los más difíciles de verificar al no existir pagos reales como marco de referencia.

### 4.2.3. Análisis Coste-Efectividad

En sanidad se emplea más frecuentemente el análisis coste-efectividad (ACE), análisis que mide la efectividad de las políticas sanitarias en unidades naturales, tangibles, como, por ejemplo, emplear un tipo de tratamiento en vez de otro produce una disminución “x” del número de gripes, el empleo de una

---

<sup>2</sup>Varios son los modelos existentes de formulación de preguntas para obtener el precio del bien: abierta, discreta o mixta.

estatina produce una disminución, “y” del colesterol.

#### **4.2.4. Análisis Coste-Beneficio**

El análisis coste-beneficio es una de las herramientas empleadas en el sector sanitario, y nos permite tomar decisiones de asignación de recursos públicos cuando éstos son escasos. Hay que valorar los costes y los beneficios de las diversas alternativas posibles, tanto diagnósticas como terapéuticas y medirlas en unidades monetarias para homogeneizarlas.

Una vez realizado este proceso, se debe hacer un plan estratégico de decisión priorizando aquellos proyectos donde la ratio beneficio-coste sea la mayor posible.

Uno de los problemas que nos encontramos para realizar este tipo de estudios es cómo evaluar y valorar los beneficios existentes, ya que habrá unos beneficios directos, tangibles y otros indirectos o intangibles, es decir, productos valorados más o menos por la población pero para los que no existe un mercado monetario.

##### **Problemas del análisis coste-beneficio en sanidad**

La valoración monetaria de los efectos sobre el estado de salud no deja de ser, a pesar de las innovaciones metodológicas aplicadas, un aspecto conflictivo y al que se refieren a menudo críticas o descalificaciones que ignoran que una valoración monetaria está en realidad implícita en cualquier decisión de asignación de recursos sanitarios. Más relevantes que las descalificaciones por la naturaleza monetaria de las estimaciones son las dificultades de aplicación del análisis coste-beneficio en sanidad a causa de la propia naturaleza y características de los mercados específicos.

La teoría económica favorece la métrica de la disposición a pagar y valoraciones a partir de la utilidad de los diferentes consumidores, pero hay que reconocer en el contexto sanitario que las técnicas de evaluación no son capaces de tratar la heterogeneidad de los individuos, a la vista de cómo éstos difieren en renta, riesgo, actitudes, valores y preferencias. En el caso del uso de técnicas de preferencia declarada conviene tener presente, además de los problemas

específicos de cada técnica, que las estimaciones obtenidas mediante valoración contingente o análisis conjunto representan exclusivamente la media de la valoración individual (que puede ser distinta de la de la autoridad sanitaria). La validez de las medidas de disposición individual a pagar para la toma de decisiones sociales depende, por ejemplo, de la medida en que los individuos dispongan de información perfecta sobre el problema de salud o la efectividad de la intervención, o también de la posible existencia de externalidades (efecto social de las decisiones individuales), o incluso de la solidaridad con las generaciones futuras (valoración de los beneficios futuros).

En el caso de los métodos de preferencia revelada, los valores monetarios estimados dependen también de manera crucial de algunas hipótesis que tienen que ver con las imperfecciones de los mercados en los que se “revela” la disponibilidad a pagar por los atributos sanitarios del bien. Así, al utilizar el método de los salarios hedónicos, se adopta el supuesto de que la remuneración del trabajo refleja de forma aceptable las características del puesto de trabajo, siendo la seguridad una de ellas (se ofrecen salarios más elevados para inducir a los trabajadores a aceptar trabajos con mayor riesgo<sup>3</sup>).

### **4.3. La medida de los costes en estudios de evaluación económica en salud**

En el ámbito sanitario, al referirnos a evaluación económica, el concepto de coste que se utiliza, se refiere al coste de oportunidad; es decir, el rendimiento que podría haberse obtenido si un recurso concreto se hubiera utilizado en otro uso alternativo. La aproximación a su medida suele hacerse de acuerdo con la cantidad de otros bienes o servicios que se sacrificarán por obtener unos resultados determinados. Sin embargo, para que los responsables políticos pue-

---

<sup>3</sup>En un mercado de trabajo no intervenido se puede esperar que se ofrezca una prima para aquellos trabajos que soportan un nivel de riesgo más elevado. Sin embargo, este enfoque presenta varias dificultades, dado que por ejemplo los salarios pueden estar determinados por otros factores además del riesgo ocupacional. Así mismo, la crisis económica y el factor “miedo” a la pérdida del puesto de trabajo, provoca que el riesgo ocupacional sea prácticamente el único factor a tener en cuenta en la actualidad.

dan evaluar qué decisión tomar entre un conjunto de alternativas, es necesario conocer los costes relevantes [HF91], es decir, el impacto de coste que se va a ver influenciado por una determinada acción.

Los costes pueden clasificarse, según su posibilidad de ser cuantificados, en **tangibles** e **intangibles**. Los tangibles son aquellos que pueden cuantificarse de manera precisa, como los recursos de capital, de trabajo o físicos. Los intangibles, en cambio, son difíciles de medir, como los causados por el estrés, la angustia, la ansiedad, el dolor o el padecimiento. En el ámbito de la salud pública, estos costes intangibles pueden ser importantes en la evaluación de pruebas de cribado, cuando el tiempo desde la realización de las pruebas hasta el conocimiento de su resultado puede producir angustia a los pacientes por un resultado incierto o un resultado falso positivo. Si bien no hay instrumentos lo bastante desarrollados para medir en unidades monetarias estos costes intangibles, no por eso dejan de ser importantes. Por ello, hay que mencionarlos en el análisis y tenerlos en cuenta a la hora de discutir los resultados. [Tra10]

Los costes también pueden clasificarse en **directos** e **indirectos** [Tra10]. Los costes directos son aquellos directamente atribuibles a la aplicación de una intervención o innovación que se evalúa sobre una población seleccionada, incluyendo el tiempo de trabajo de los profesionales, el equipamiento utilizado, materiales, fungibles, o fármacos (si es el caso, si la intervención es la introducción de un nuevo fármaco). Los costes indirectos son las pérdidas de productividad, o costes laborales, resultantes de la aplicación de la intervención sobre la población (piense el lector en el ejemplo más habitual relacionado con estar de baja laboral por enfermedad), de los desplazamientos necesarios (por ejemplo ir a un centro sanitario a vacunarse) o de la espera para ser tratado o recibir la intervención, entre otros. [Tra10]

En el cálculo de los costes, es necesario tener en cuenta e identificar todos los recursos afectados por la intervención que se evalúa. Así pues, habría que incluir los costes iniciales derivados de la intervención y los costes que puedan ocurrir durante el periodo de seguimiento. El problema actual del sistema sanitario español (y en general, de cualquier país) es que aunque sería adecuado utilizar los costes de producción de los diferentes recursos, como se recoge en la contabilidad analítica de los centros que proveen los servicios evaluados, su

### 4.3 La medida de los costes en estudios de evaluación económica.

bajo grado de desarrollo hace que a menudo coexistan diferentes modelos. A modo de resumen, [Tra10] muestra la principal clasificación de los costes en función de su naturaleza (Figura 4.1) y su variabilidad (Figura 4.2):

Clasificación según la naturaleza		
A) Consumo de bienes	1. <i>Productos farmacéuticos</i>	
	2. <i>Material sanitario de consumo:</i> Material de radiodiagnóstico; Catéteres, sondas, drenajes; Material de curas, suturas y apósitos; Otro material desechable; Reactivos y análogos; Antisépticos y desinfectantes; Gases medicinales; Material radioactivo; Prótesis e implantes; Otro material sanitario.	
	3. <i>Instrumental y pequeño utillaje de uso clínico y de uso no clínico.</i>	
	4. <i>Productos alimenticios:</i> Comestibles y bebidas; Otros productos alimenticios.	
	5. <i>Vestuario, lencería y calzado.</i>	
	6. <i>Otros aprovisionamientos:</i> Combustibles; Repuestos; materiales para reparaciones y conservación; Material de limpieza y aseo; Materiales de oficinas y diversos.	
	7. <i>Servicios asistenciales prestados por profesionales:</i> licenciados sanitarios; Técnicos sanitarios y Servicios sanitarios prestados por empresas.	
	8. <i>Trabajos realizados por otras empresas:</i> Lavandería; Limpieza; Seguridad; Restauración; Otros trabajos y servicios.	
	B) Servicios exteriores	1. <i>Investigación y desarrollo.</i>
		2. <i>Arrendamiento y cánones.</i>
3. <i>Reparación y conservación.</i>		
4. <i>Servicios de profesionales independientes.</i>		
5. <i>Transportes.</i>		
6. <i>Primas de Seguro.</i>		
7. <i>Servicios bancarios y similares.</i>		
8. <i>Publicidad, Propaganda y relaciones públicas.</i>		
9. <i>Suministros:</i> Energía eléctrica; Agua; Gas; Otros suministros.		
10. <i>Otros servicios.</i>		
C) Tributos		
D) Personal	1. <i>Sueldos y Salarios.</i>	
	2. <i>Indemnizaciones.</i>	
	3. <i>Seguridad Social.</i>	
	4. <i>Aportaciones a sistemas complementarios de pensiones.</i>	
	5. <i>Otros gastos sociales.</i>	
E) Gastos Financieros		
F) Amortizaciones		
G) Provisiones		

Figura 4.1: Clasificación de los costes según su naturaleza. Fuente: [Tra10].

- **Naturaleza del coste.** Según [BOE98], los costes se agrupan en siete

Clasificación según su variabilidad		
A) Costes Fijos	1. Personal	<i>Facultativo</i>
		<i>Sanitarios no facultativo</i>
		<i>No sanitario</i>
	2. Servicios externos	<i>Agua (semivariable)</i>
		<i>Gas (semivariable)</i>
		<i>Electricidad (semivariable)</i>
		<i>Teléfono (semivariable)</i>
		<i>Otros suministros</i>
		<i>Reparaciones</i>
		<i>Subcontrataciones seguridad</i>
		<i>Subcontrataciones limpieza</i>
		<i>Otras subcontrataciones</i>
		<i>Transportes</i>
	<i>Otros servicios externos</i>	
	3. Gastos financieros	
4. Amortizaciones		
5. Provisiones		
B) Costes Variables	1. Consumo de bienes	<i>Farmacia</i>
		<i>Material sanitarios</i>
		<i>Prótesis</i>
		<i>Alimentos</i>
		<i>Otros consumos</i>
	2. Servicios externos	<i>Subcontrataciones comidas</i>
<i>Subcontrataciones lavandería</i>		

Figura 4.2: Clasificación de los costes según su variabilidad. Fuente: [Tra10].

grandes grupos: los consumos de bienes, los servicios exteriores, los tributos, el personal, los gastos financieros, las amortizaciones y las provisiones.

- Variabilidad** ó proporción de facturación o actividad. En esta clasificación se encuentran, por un lado, los costes fijos que son los que no dependen del nivel de actividad del hospital o centro de salud y, por otro, los costes variables que sí están relacionados directamente con el volumen de actividad. También encontramos unos costes llamados *semivariables* y *semifijos*. Los primeros, se denominan así porque están compuestos por un elemento fijo y otro variable — en la práctica es complicado separar ambos elementos—. Los semifijos dependen del nivel de actividad pero no de forma proporcional, es decir, son costes que actúan como fijos mientras se muevan dentro de un intervalo, pero cuando lo sobrepasan

se transforman en variables.

Sin embargo, para que los responsables políticos y técnicos puedan tomar decisiones de acuerdo con los datos que proporciona la contabilidad de gestión, es necesario establecer otras clasificaciones como:

- **Coste necesario vs. no necesario.** El coste necesario es aquel que se consume de forma eficiente para obtener un producto o servicio, mientras que el no necesario equivale a todo aumento de consumo por encima del necesario.
- **Costes controlables vs. no controlables.** Los costes controlables son aquellos sobre los cuales el responsable puede ejercer un control durante un periodo determinado. En cambio, los no controlables, son los costes más significativos en sanidad. Son costes sobre los que los responsables no pueden ejercer ningún tipo de influencia ya que no están autorizados para ello. Esta clasificación de costes es importante para el establecimiento de un sistema de control de gestión efectivo, ya que permite orientar las acciones de los responsables encaminadas a mejorar la eficiencia y eficacia del centro sanitario.

Cuando se emplean para tomar una decisión son costes orientados al futuro y pueden considerarse otras acepciones del coste como:

- **Coste evitable.** Es el que podemos eliminar de forma parcial o total como consecuencia de una alternativa.
- **Coste desembolsable.** Es aquel coste que deberemos desembolsar en un futuro.
- **Coste implícito o irrelevante.** Coste implícito es aquel coste en el que se incurre y no puede ser modificado a consecuencia de una decisión. Por su parte, los costes irrelevantes son aquellos que no se ven afectados por una determinada decisión.

## 4.4. Fases de una evaluación económica en sanidad

Con independencia de la técnica o metodología de evaluación utilizada, a la hora de llevar a cabo un ejercicio de evaluación económica en el ámbito sanitario, es necesario cumplimentar o seguir una serie de pasos, tal y como muestra la Figura 4.3:

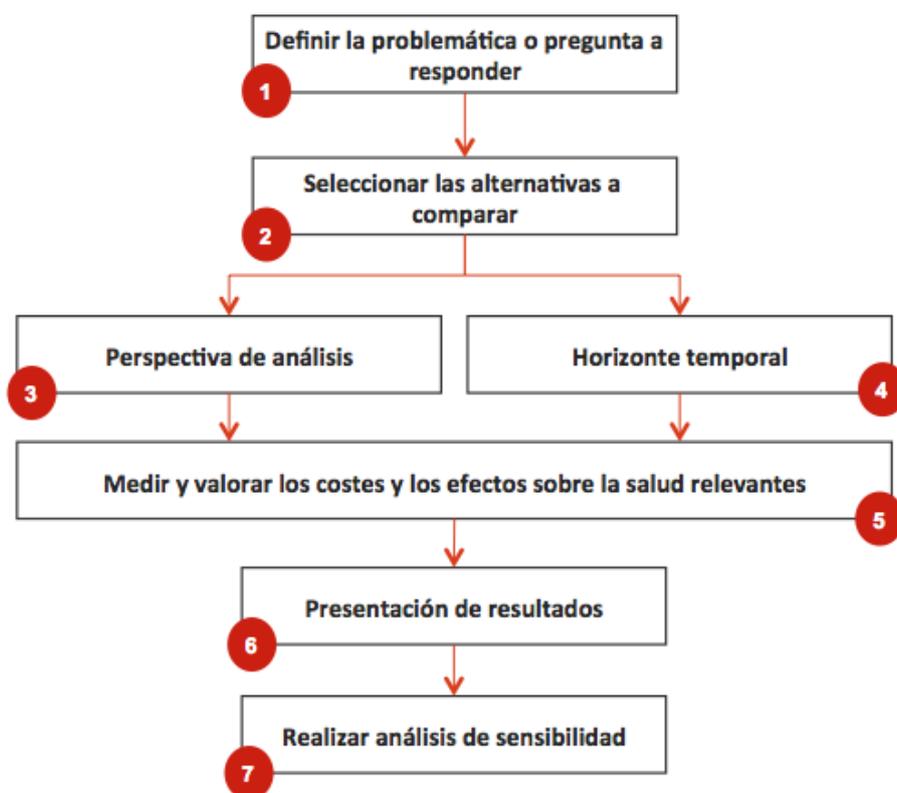


Figura 4.3: Etapas de un estudio de evaluación económica en sanidad. Fuente: [NLA<sup>+</sup>11].

1. **Definir la problemática o pregunta a resolver.** La evaluación ha de estar motivada o responder a un motivo de evaluación fundado, bien definido, que represente una incertidumbre sobre la eficiencia de intervenciones alternativas. La naturaleza de la pregunta que la evaluación pre-

tende responder, determinará tanto el diseño del estudio como la técnica de análisis. La pregunta tiene que contemplar una decisión, sobre dos o más opciones, que se compararán mediante la realización del análisis.

2. **Selección de las alternativas a comparar.** Como se apuntaba el epígrafe 4.2, todas las metodologías disponibles comparan alternativas. Por ello, es fundamental seleccionar adecuadamente las alternativas a analizar, de manera rigurosa y basada en criterios que justifiquen plenamente su inclusión como relevantes. Entre otros criterios, la literatura contempla los siguientes: disponibilidad de la intervención, uso habitual, identificación de la población según criterios de relevancia, o la presencia de incertidumbre con respecto a su eficiencia. La relevancia y la selección de las opciones compareadas, que pueden ser más de dos, tiene que estar justificada de forma explícita. No obstante, la opción “no hacer nada” suele ser habitual en este tipo de estudios y está aceptada como válida en determinados escenarios.
3. **Perspectiva del análisis.** Es decir, el punto de vista desde el cual se enfocará el análisis: desde el punto de vista de la sociedad, del financiador, etc. La elección de una u otra perspectiva tiene importantes implicaciones en el resto de los elementos del análisis, ya que la utilización de una perspectiva amplia, implica incluir muchos más costes que en el caso de una perspectiva limitada.
4. **Horizonte temporal.** El horizonte temporal del estudio es el periodo durante el cual la intervención produce efectos sobre la salud. Los costes y los efectos sobre la salud no siempre tienen lugar en el mismo periodo de tiempo. Por eso, el horizonte temporal seleccionado en el análisis tiene que ser lo suficiente amplio para capturar todos los efectos relevantes sobre la salud, así como sobre el consumo de recursos. Cuando el horizonte temporal es igual o mayor de 1 año es necesario utilizar tasas de descuento<sup>4</sup>. En el caso de España, se establece la tasa de descuento en el 3% [CEF14], que permite medir según los costes y los resultados

---

<sup>4</sup>Más allá del referente teórico sobre su cálculo y uso, los analistas suelen utilizar una tasa de descuento fija de un 3% a 5%, aplicable tanto a los beneficios en salud como a los costes.

producidos a lo largo del tiempo por las diferentes alternativas en valor presente.

5. **Medir y valorar los costes y los efectos sobre la salud más relevantes.** Una vez definida la pregunta de la evaluación económica, seleccionada la perspectiva y detallado el horizonte temporal, ha de iniciarse el análisis comparativo. Con el fin de realizar este análisis hay que identificar los costes y los efectos sobre la salud, medirlos, valorarlos y después compararlos. Las preguntas a responder son del tipo: ¿qué costes y efectos dependen de cada alternativa seleccionada?, ¿se pueden medir?, ¿qué unidades de medida hay que utilizar?.
6. **Presentación de resultados.** En los análisis coste-efectividad y coste-utilidad, los resultados se presentan en forma de razones o ratios que informan, al mismo tiempo, sobre las implicaciones en el consumo de recursos y sobre los efectos en la salud de escoger una u otra alternativa. De esta manera, las alternativas comparadas pueden ordenarse de menor a mayor ratio de coste por unidad de efecto, y escoger la de menor ratio. Hay que ser conscientes de qué se incluye en los ratios coste-efectividad, ya que los valores de los ratios pueden ser muy diferentes atendiendo a cuestiones como la perspectiva de análisis, el horizonte temporal o los tipos de costes incluidos, entre otros.
7. **Realizar un análisis de sensibilidad.** A veces se desconocen los valores exactos de los costes y de los efectos de una determinada intervención, o se sabe que su coste o su efectividad varían. En estos casos hay que hacer uso del análisis de sensibilidad [BSB94]. El objetivo de este tipo de análisis es comprobar cómo variarían los resultados del estudio si cambiaran los valores de las variables consideradas, es decir, en situaciones hipotéticas con respecto a su valor real. Los valores de las variables, es decir, el rango en que se moverá su valor, tiene que estar plenamente justificado según los intervalos de confianza, los valores máximos y mínimos, y las fuentes de información utilizadas. Cuando este análisis se hace para una sola variable se denomina “sensibilidad univariante o parcial”; si los cambios en los valores de las variables afectan a más de una variable, nos referimos a “análisis de sensibilidad múltiple”.

## 4.5. Requisitos del análisis de impacto presupuestario en Sanidad

En salud, el Análisis económico y el Análisis de Impacto Presupuestario (AIP) busca calcular los resultados financieros de adoptar y difundir una intervención en un programa de cobertura específica o sistema de salud. En particular, predicen cómo un cambio en las drogas u otras terapias usadas para tratar una condición específica impactará en los costes. En otras palabras, es la estimación financiera de los costes netos, que incorporará una institución sanitaria, al dar cobertura en una determinada intervención.

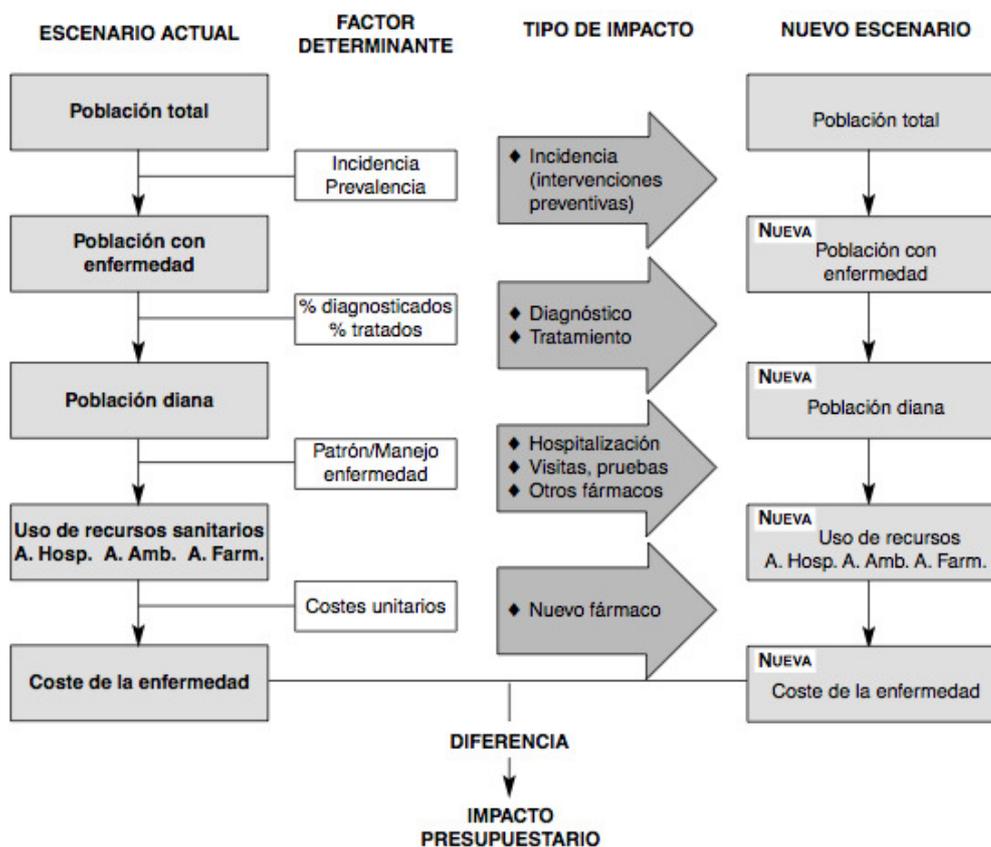


Figura 4.4: Redefinición del análisis del impacto presupuestario en sanidad. Fuente: [BGR<sup>+</sup>05].

Por su carácter y vocación de dar soporte en la toma de decisiones, el

análisis del impacto presupuestario, o en su concreción más operativa, los modelos de impacto presupuestario (MIPs), deben cumplir escrupulosamente tres requisitos fundamentales: **transparencia, reproducibilidad y adaptabilidad** [BGR<sup>+</sup>05]. Así, todos los *inputs* deben presentarse con suficiente nivel de detalle y mencionando las fuentes de información originales (transparencia), los supuestos y manipulaciones matemáticas que se realizan a partir de los *inputs* para obtener los *outputs* deben ser explícitos y suficientemente detallados para que el lector pueda replicar el análisis (reproducibilidad), y finalmente de especial importancia en el caso de los MIP, dado que su aplicación a distintos ámbitos y/o niveles no es raro, los usuarios de estos modelos deben poder cambiar los valores de los distintos parámetros implicados con el fin de obtener unos resultados personalizados y específicos para su realidad (adaptabilidad). [TDJ01] propone unas recomendaciones a seguir en el análisis del impacto económico de la introducción de nuevas tecnologías que, de una forma u otra, persiguen la consecución de los aspectos antes mencionados, y que adaptamos de forma resumida a continuación:

- El AIP debe ser transparente en las hipótesis, determinación de la situación de partida, costes de las intervenciones propuestas y fuentes de datos.
- Debe realizarse desde una(s) perspectiva(s) clara(s) y acorde(s) con las necesidades del usuario del mismo, que generalmente será el financiador o comprador de la intervención analizada.
- Las relaciones entre los puntos finales e intermedios de los ensayos clínicos usados en el modelo han de establecerse claramente, y los costes y resultados han de aplicarse a la población realmente relevante, es decir, la que mejor refleje el potencial uso del producto o servicio.
- La velocidad y magnitud de la adopción de la nueva intervención deben ser realistas, pudiendo utilizar de forma complementaria tanto estudios de tendencias epidemiológicas e instrumentos como las proyecciones de ventas de la empresa productora de la tecnología analizada.
- Del mismo modo, debe definirse claramente el horizonte temporal, ya que la intervención sanitaria estudiada puede generar costes adicionales para

el sistema en un periodo de tiempo determinado, pero generar ahorro en otro diferente, e incluso variar los ahorros producidos en diferentes periodos de tiempo.

- Los estudios han de especificar claramente la repercusión presupuestaria en función de los grupos de población y las indicaciones de la terapia (p.e., la repercusión presupuestaria de una nueva aplicación móvil para la gestión y autochequeo de salud será diferente si se analiza su uso en un colectivo de edad joven que en uno de edad muy avanzada, así como si se analiza de forma aislada o en combinación con otros canales de monitorización, etc.).
- Los resultados deben presentarse en unidades tanto físicas como monetarias, para facilitar la toma de decisiones adaptando el lenguaje del mensaje aportado por el modelo a los distintos implicados, (clínicos, gestores, etc.).
- Como en cualquier tipo de análisis económico, es imprescindible analizar la incertidumbre de las variables que influyen en los resultados del modelo, realizando un análisis de sensibilidad de las mismas.
- Es fundamental realizar el máximo esfuerzo para facilitar el acceso al modelo por parte del usuario final y destinatario del mismo, mediante la utilización de un soporte informático sencillo que permita rehacer los cálculos variando los *inputs* e incluso los supuestos del modelo (por ejemplo, cambios en precios y costes unitarios, tasas de adopción de la nueva tecnología o cualquier otra intervención, etc.).

## 4.6. Introducción a los modelos farmacoeconómicos determinísticos y estocásticos

Un modelo puede definirse como un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento. Es decir,

los modelos sirven para hacer simulaciones de realidades complejas como los procesos sanitarios.

Un caso particular de éstos son los modelos farmacoeconómicos, que pueden ser de gran complejidad, ya que utilizan los resultados de eficacia obtenidos a partir de otros modelos, como los ensayos clínicos o los meta-análisis de éstos, así como estimaciones relativas a la práctica clínica, el consumo de recursos sanitarios y los costes relacionados.

Estos modelos tienen como objetivo comparar la eficiencia, entendida como el coste por unidad de efectividad de dos alternativas terapéuticas o preventivas, generalmente fármacos. Debido a la necesidad de hacer estimaciones, los modelos no tienen la misma validez que los ensayos clínicos de eficiencia, pero tienen la ventaja sobre éstos de ser menos costosos y tener una ejecución más rápida.

Deberían utilizarse modelos preliminares en las fases tempranas del desarrollo de nuevos fármacos como ayuda a las compañías farmacéuticas en la decisión de continuar o interrumpir el desarrollo. Posteriormente, disponiendo de los primeros datos de eficacia obtenidos de los ensayos clínicos de la fase III, deberían realizarse modelos de simulación más maduros para ser incorporados al expediente de registro del medicamento, siendo así mismo de utilidad para la discusión del precio y la negociación del reembolso del nuevo fármaco con las autoridades sanitarias.

En la evaluación económica de un proceso sanitario se consideran dos posibles modelos:

- ***Determinísticos***, definidos como aquellos que computan las cantidades de interés (por ejemplo, el efecto del tratamiento, las probabilidades de supervivencia, el número de personas que terminan en diferentes estados de salud) directamente mediante fórmulas algebraicas, sin utilizar técnicas de simulación de eventos para modelizar el proceso [Rub00, Rub90]. Es decir, en estos modelos se utiliza el número medio de eventos que se producen en la población, ya que se asume que existe certidumbre en los datos disponibles sobre los eventos sanitarios (por ejemplo, si la tasa anual de mortalidad específica para una enfermedad es del 10 %, se asu-

me que exactamente el 10 % de las personas de una cohorte morirán por esa enfermedad cada año).

- **Estocásticos**, definidos como modelos probabilísticos que utilizan la incertidumbre como parte del cálculo, por lo que se emplea la aleatorización para simular las probabilidades de distribución de los eventos que podrían darse por el efecto del azar<sup>5</sup>. El modelo estocástico más frecuentemente utilizado es el denominado Modelo de Markov<sup>6</sup>.

### 4.7. Modelización de escenarios

En el ámbito sanitario, dada la imposibilidad en muchas ocasiones de transformar resultados finales a partir de resultados intermedios, etc. se utilizan modelos de escenarios. De esta forma, es posible sintetizar la evidencia a la hora de estimar los costes y los resultados en salud de las nuevas tecnologías, así como para extrapolar a medio y largo plazo los costes y los efectos observados en horizontes temporales cortos (caso típico de los ensayos clínicos aleatorizados). En este sentido, el uso de modelos es necesario en diferentes situaciones:

- La medida de eficacia disponible se limita a resultados intermedios que no permiten calcular la supervivencia.
- Las alternativas estudiadas en los ensayos clínicos no se corresponden con las alternativas relevantes en la evaluación económica.
- La historia natural de la enfermedad se extiende más allá de la duración del ensayo clínico y se considera relevante incorporar a la evaluación

---

<sup>5</sup>Para simular una probabilidad de morir del 3% en un determinado año, por ejemplo, se simularía la historia de cada individuo de la cohorte mediante el empleo de una tabla de números aleatorios que representase una probabilidad de ocurrencia de los eventos entre 1 y 100. Este proceso se repetiría para cada individuo de la cohorte un elevado número de veces, por lo que una vez finalizada la simulación se obtendría un valor medio que teóricamente se aproximaría al valor medio utilizado en los cálculos determinísticos. [Rub00, Rub90]

<sup>6</sup>Andrei Andreyevich Markov (1856-1922) fue un matemático ruso reconocido en la actualidad principalmente por su estudio sobre las denominadas cadenas de Markov, que dieron lugar posteriormente a la teoría de los procesos estocásticos. [BS98]

económica los efectos a largo plazo de la intervención estudiada.

- El perfil de los pacientes de interés para la evaluación económica no se corresponde con el de los pacientes de los ensayos clínicos.

El modelo debe configurarse para el objetivo del estudio, debe representar la evolución natural de la enfermedad o del problema estudiado, debe ser útil para informar a los decisores a los que deben asistir, y debe ser fácilmente comprensible. En principio, no existe un tipo de modelo mejor que el resto (modelo de árboles de decisiones, modelos de Markov, modelos epidemiológicos, métodos de regresión multivariante, métodos bayesianos, modelos de simulación de eventos discretos, modelos dinámicos basados en ecuaciones diferenciales, etc.). La elección del modelo más adecuado depende del problema a estudiar y de la disponibilidad de buenos datos sobre eficacia / efectividad y seguridad y sobre utilización de recursos.

Algunos elementos a tener en cuenta para evaluar la calidad del modelo serían:

1. Su objetivo, estructura y parámetros relevantes.
2. Que sea lo más completo posible en la representación de los elementos relevantes de la historia natural de la enfermedad.
3. Que sea flexible.
4. Que se haya validado formalmente, y documentado, distinguiendo entre:
  - La validación interna que confirma que los resultados generados por el modelo son internamente consistentes.
  - La validación externa que confirma que la estructura básica del modelo, los supuestos y los parámetros son razonables y reflejan con precisión el impacto de la intervención y de los comparadores. Se debe emplear un análisis de sensibilidad para evaluar la incertidumbre sobre los supuestos estructurales del modelo. A pesar de que existen muchas técnicas para modelar escenarios, la más habitual es el Modelo de Markov, dada la propiedad por la cual el proceso carece de memoria, lo que significa que es un proceso estocástico para el cual

la probabilidad condicional sobre el estado presente, futuro y pasado del sistema son independientes. Como veremos en el epígrafe 4.8, esta propiedad permite modelar prácticamente todos los escenarios posibles en sanidad.

## 4.8. Modelos de Markov: conceptos básicos

En el estudio de la farmacoeconomía, la herramienta más utilizada para la modelización de los escenarios de análisis y el análisis estadístico son los modelos de Markov. Por ello, a lo largo de este epígrafe, se estudiará qué es un modelo de Markov, tipologías y momentos de aplicación, de forma que sea posible caracterizar, cómo este tipo de modelos pueden ayudarnos en nuestro objetivo de evaluar el impacto que la innovación tiene en el ámbito sanitario.

### 4.8.1. Definición

En teoría de la probabilidad y en estadística, un proceso de Markov, es un fenómeno aleatorio dependiente del tiempo para el cual se cumple la propiedad por la cual “carecen de memoria”, lo que significa que la distribución de probabilidad del valor futuro de una variable aleatoria depende de su valor presente, pero es independiente de la historia de dicha variable. Es decir, es un proceso estocástico sin memoria para el cual la probabilidad condicional sobre el estado presente, futuro y pasado del sistema son independientes [CM70, BR60]. Pueden describirse de una de estas dos formas:

- Un proceso estocástico que se define a través de un argumento separado, puede demostrarse (matemáticamente) que tiene la propiedad de Márkov y como consecuencia tiene las propiedades que se pueden deducir de ésta para todos los procesos de Markov.
- De más importancia práctica es el uso de la suposición que la propiedad de Markov es válida para un proceso aleatorio con el fin de construir, *ab initio*, un modelo estocástico para este proceso. En términos de modelado, suponer que la propiedad de Markov es válida, es una de un número

limitado de formas sencillas de introducir dependencia estadística en un modelo para un proceso estocástico, de tal manera que permita que la fuerza de la dependencia en los diferentes retardos decline a medida que el retardo aumenta.

La formulación matemática del modelo parte de la caracterización de la probabilidad de una variable de ir al estado  $n + 1$ , condicionada a que antes estaba en el estado  $n$ :

$$P(X_{n+1} | X_n) \quad (4.3)$$

Que es la probabilidad de transición del proceso. La propiedad de las cadenas de Markov es que las transiciones entre los estados, solo puede producirse entre estados vecinos. Sólo se puede llegar al estado  $i$  desde el estado  $i - 1$  ó bien de  $i + 1$ . Este tipo de estadística se suele encontrar en la distribución exponencial, cuya función de densidad de probabilidad se expresa así:

$$f_T(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad t > 0 \quad (4.4)$$

Vamos a comprobar que un proceso definido por esta función de densidad de probabilidad no tiene memoria. La probabilidad de que haya una transición entre 0 y un tiempo  $t$  cualquiera es:

$$P(0 < \tau < t) = P(\tau < t) = \int_0^t \lambda e^{-\lambda \tau} d\tau \quad (4.5)$$

Si se integra, se obtiene:

$$P(\tau < t) = e^{-\lambda \cdot 0} - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-\lambda t} \quad (4.6)$$

Ahora vamos a calcular la probabilidad para el mismo intervalo  $t$ , pero con instante de inicio diferente  $t_0$ . Calcularemos la probabilidad de tener una transición en el intervalo  $t$ , (de  $t_0$  hasta  $t_0+t$ ) condicionado a que antes de  $t_0$  no ha habido ninguna transición:

$$P(t_0 < \tau < t_0 + t | \tau > t_0) = \frac{p(t_0 < \tau < t_0 + t)}{p(\tau > t_0)} \quad (4.7)$$

Sustituyendo por las funciones de probabilidad y operando se obtiene la ecuación 4.8, que demuestra que la probabilidad de tener una transición en un

estado no depende del tiempo anterior (comparar con ecuación 4.6):

$$P(t_0 < \tau < t_0 + t \mid \tau > t_0) = \frac{\int_{t_0}^{t_0+t} \lambda e^{-\lambda\tau} d\tau}{\int_{t_0}^{\infty} \lambda e^{-\lambda\tau} d\tau} = \frac{e^{-\lambda t_0} - e^{-\lambda(t_0+t)}}{e^{-\lambda t_0} - e^{-\lambda\infty}} = 1 - e^{-\lambda t} \quad (4.8)$$

En el campo de aplicación de la sanidad, un modelo de Markov puede definirse como un *modelo estocástico de una enfermedad en el que se asume que el paciente se encuentra siempre en uno de un número finito de estados de salud* (denominados *estados de Markov*), los cuales deben ser **exhaustivos** (es decir, todos los posibles) y **mutuamente excluyentes** (es decir, un individuo no puede estar simultáneamente en dos estados al mismo tiempo). Así mismo, los estados pueden ser de dos tipos: **absorbentes** (aquellos que no pueden abandonarse, siendo el más habitual y obvio el estado de “muerte”) y **no absorbentes** (cualquier estado desde el que se puede pasar a otro estado distinto).

Los acontecimientos se modelizan como pasos o *transiciones* de unos estados a otros que se producen en periodos de tiempo uniformes (denominados *ciclos de Markov*), con una *probabilidad de transición* que depende del estado en el que se encuentre el individuo en cada momento [Rub00, Rub90].

Los modelos de Markov pueden representarse gráficamente como una variante de los árboles de decisión empleados en los modelos determinísticos, como diagramas en cascada, o bien como diagramas de influencia, tal y como muestra la Figura 4.5:

### 4.8.2. Tipos de Modelos de Markov

Una vez introducida la definición y características básicas de los modelos de Markov, en este epígrafe vamos a caracterizar los diferentes tipos de modelos de Markov existentes. A saber [Rub00, Rub90, BP83]:

- **Cadenas de Markov**, en las que las probabilidades de transición permanecen constantes a lo largo de toda la simulación. Este tipo de modelos

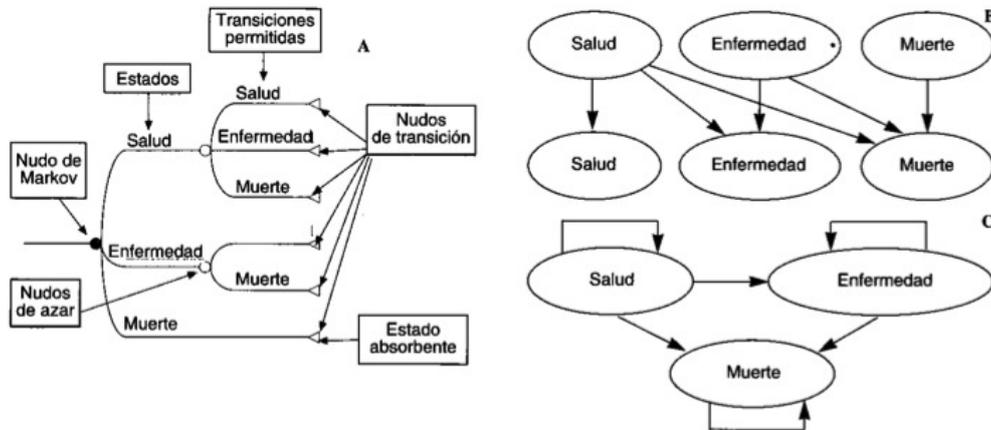


Figura 4.5: Posibles representaciones gráficas de los modelos de Markov. A: como árboles de decisión. B: como diagramas en cascada. C: como diagramas de influencia. Fuente: [Rub00].

son aplicables a problemas sanitarios con un horizonte temporal corto, en los que existe la posibilidad de que las probabilidades de transición permanezcan constantes en dicho periodo.

- Procesos de Markov**, en el que las probabilidades de transición varían con el tiempo. Este tipo de modelos se utilizan, principalmente, para modelar enfermedades crónicas de larga duración, ya que con la edad se produce un aumento en las tasas de morbilidad<sup>7</sup> y mortalidad. El problema que tenemos en estos casos es que en ocasiones no se dispone de tasas de morbilidad o mortalidad, por intervalos de edad, que sean fiables, motivo por el cual es difícil que a su vez lo sean las correspondientes probabilidades de transición. [BP83, Rub00, BS98]

### 4.8.3. Aplicaciones del modelo a problemas sanitarios

Puede estar justificado utilizar un modelo de Markov cuando se trata de eventos repetitivos, irreversibles y de larga duración [BP83]. En caso de

<sup>7</sup>Morbilidad es la proporción de personas que se enferman en un sitio y tiempo determinado.

realizarse, las condiciones generales de los modelos de Markov son las siguientes [Rub90]:

- Sólo se permiten unas determinadas transiciones entre estados previamente establecidas.
- La duración de los ciclos de Markov, que es arbitraria, debe ser constante a lo largo de la simulación.
- Cada paciente sólo puede hacer una transición en cada ciclo.
- Todos los pacientes están sometidos a las mismas probabilidades de transición.

### 4.8.4. Ventajas e inconvenientes de los modelos de Markov

Los modelos de Markov ayudan a modelizar eventos sanitarios complejos que pueden simplificarse en exceso con los modelos determinísticos. Son especialmente útiles para modelizar enfermedades crónicas [BS98, Rub00]. La modelización de Markov intenta simular de una manera más “realista” lo que ocurre en el proceso de la enfermedad. Sin embargo, en algunas ocasiones este tipo de modelo puede ser inviable debido a la insuficiencia de los datos disponibles. Por ejemplo, en modelos muy complejos puede ser difícil establecer la totalidad de las probabilidades de transición entre los estados de salud [Rub00].

Por otra parte, en los modelos se hace una suposición bastante fuerte, la denominada suposición markoviana. De acuerdo con ésta el modelo carece de “memoria” y se asume que conociendo únicamente el estado de salud presente de un paciente es posible simular la evolución futura del mismo; es decir, se asume que todos los pacientes que se encuentran en un estado de salud, en un momento concreto, tienen el mismo pronóstico, independientemente de su estado previo. Por tanto, un paciente que pasa del estado “sano” al de “enfermo” tendría el mismo pronóstico que otro paciente “enfermo” que transcurrido el ciclo siguiese en el mismo estado de “enfermo”. Esta suposición del modelo no se ajusta estrictamente a la realidad de numerosas enfermedades, por lo que supone un inconveniente de los modelos de Markov [BP83] .

## 4.9. Esquemas alternativos para la introducción de innovaciones en sanidad

La incorporación de nuevas innovaciones en el ámbito sanitario tales como: tratamientos, procedimientos, tecnologías, etc. a la cartera de prestaciones del sistema de salud ha de cumplir un triple objetivo de modo equilibrado [EORB10]:

- Mejora del acceso de los pacientes a soluciones innovadoras
- Sostenibilidad del sistema
- Compensación a la innovación

Sin embargo, bajo el entorno de un sector regulado como el sanitario, el acceso al mercado de una nueva innovación genera muchas incertidumbres de naturaleza diversa. Desde la perspectiva del financiador, existe incertidumbre acerca del impacto presupuestario de su decisión y sobre la brecha entre los resultados de eficacia y la seguridad procedentes de ensayos clínicos *versus* el caso real, donde existen pueden existir diferencias entre la edad de la muestra seleccionada en el ensayo y el esto de población, patrones de multimorbilidad, diferencias en las condiciones de aplicación, etc.).

Desde la perspectiva de la industria, existen incertidumbres no sólo en la parte de financiación pública para el desarrollo de la innovación, sino incluso en la fase de difusión y comercialización. Como se introducía en la sección de Antecedentes de la tesis, la regulación y legislación existente en materia de introducción de innovación en el sector sanitario requiere de procesos, evidencias y resultados, lo más concluyentes posible, del coste - efectividad y el coste - utilidad de la introducción de la innovación, sus resultados sobre la población, y otros aspectos asociados. En definitiva, incertidumbres sobre las expectativas del negocio y la rentabilidad de la inversión realizada.

De manera adicional, a las barreras de introducción derivadas de la regulación como se ha visto, existe otra derivada de los profesionales sanitarios y usuarios, en relación a la incertidumbre sobre el beneficio / riesgo de la innovación considerada, su facilidad de uso, etc.

Estas situaciones, sumado a presupuestos sanitarios cada vez más ajustados, han derivado en los últimos años en la introducción de esquemas introducción de innovaciones (sobre todo las tecnológicas) en etapas muy tempranas de su desarrollo<sup>8</sup>, que, garantizando los requerimientos clínicos y de recolección de evidencias, deriven en la introducción de dichas innovaciones en la cartera de servicios del Sistema Nacional de Salud (véase la Figura 4.6). Para ello, en

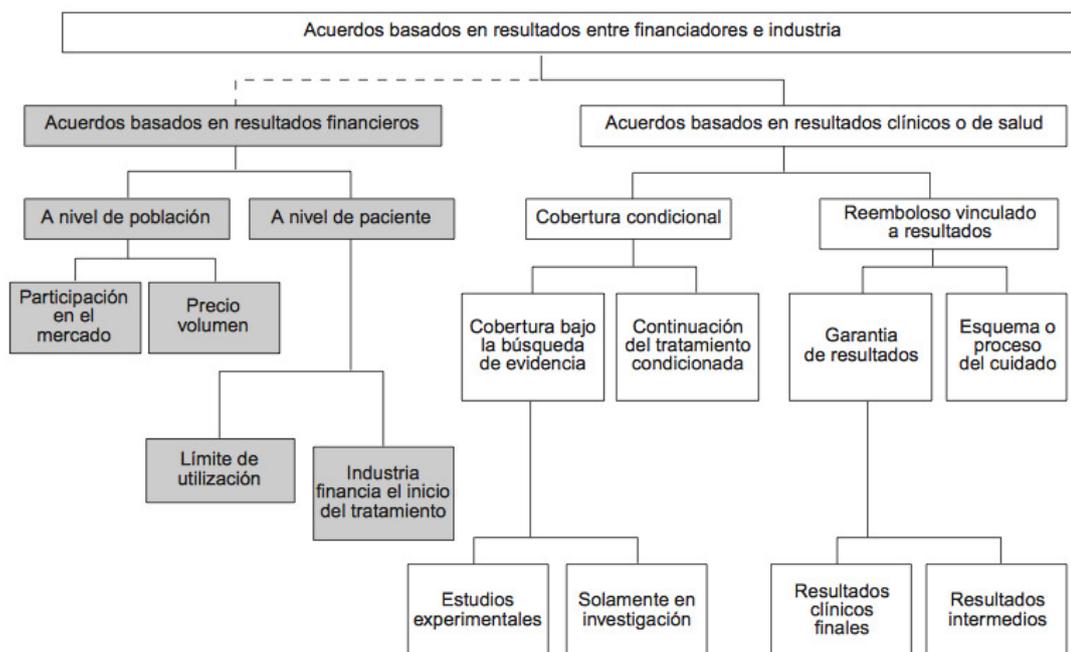


Figura 4.6: Esquema de acuerdos de riesgo compartido en sanidad. Fuente: [EORB10].

esta sección se analizarán dos de las alternativas más habituales en el ámbito sanitario: [EORB10]

- Esquemas basados en resultados financieros, entre los que destacan los Acuerdos de Riesgo Compartido.
- Esquemas basados en resultados clínicos o de salud, mediante la aplicación de la sistemática Cobertura basada en la búsqueda de evidencias (*Coverage with Evidence Development* — CED).

<sup>8</sup>En el caso de las innovaciones tecnológicas, incluso en etapas muy tempranas de su desarrollo, no pueden considerarse como experimentales o emergentes. [HJ92]

#### **4.9.1. Los Acuerdos de Riesgo Compartido en Sanidad**

La idea fundamental que subyace detrás del concepto de Acuerdo de Riesgo Compartido, es la de establecer esquemas de financiación y contratos que vinculan el precio o el reembolso de una posible innovación sanitaria, con una serie de variables de objetivos y resultados. Este tipo de acuerdos contemplan que el pago final que realiza el financiador por el producto derivado de la innovación, viene determinado no sólo por el número de unidades vendidas, sino también por la consecución de una serie de objetivos, previamente acordados, ya sea en términos de efectividad, eficiencia o impacto presupuestario. Como muestra la Figura 4.6, en cuando a los esquemas basados en resultados financieros, destacan los siguientes:

- Acuerdos precio-volumen, basados en la idea de que el precio pagado por producto se determina a partir del número de unidades vendidas.
- Presupuestos prospectivos con reembolso, basados en la idea de que si el volumen global del gasto es superior a un umbral u objetivo fijado inicialmente, las empresas comercializadoras devuelven parte de ese excedente, con varias modalidades de aplicación.

#### **4.9.2. Cobertura basada en Búsqueda de Evidencias**

Los esquemas basados en resultados de salud son los que han despertado más interés en los últimos años. Más allá de la problemática asociada a la financiación (que también recoge este tipo de esquemas), el objetivo fundamental que persiguen es la “aceleración” en la introducción de innovaciones en la cartera de servicios sanitarios, asegurando que la misma cumple con los preceptivos resultados clínicos necesarios que toda innovación debe incorporar.

Sin embargo, la característica que este tipo de iniciativas incorpora, es la de que permite que innovaciones en etapas muy tempranas, puedan ser incorporadas al mercado, con la exigencia de que es necesario que se lleve a cabo un ensayo clínico o estudio en una muestra de potenciales pacientes.

Este tipo de esquemas, permite, desde el punto de vista del financiador público:

- Obtener evidencias clínicas de forma rápida que permitan ayudarlo a tomar la decisión de financiar o no el desarrollo de una determinada innovación (en general, nuevos fármacos, innovaciones tecnológicas, etc.).
- Obtener financiación adicional proveniente del sector privado (aseguradoras) para el desarrollo de innovaciones (sobre todo la última fase de investigación de una innovación), permitiendo que los pacientes tengan acceso a ella aún cuando no hay evidencia sólida de su efectividad en ese momento.
- Aceptar su financiación cuando la razón coste-efectividad incremental (RCEI) asociada a la innovación frente a sus comparadores es superior a un umbral previamente determinado<sup>9</sup>, bien en espera de recabar más evidencias o condicionado a que un ajuste en el precio de la tecnología sanitaria permita que la RCEI esté más cercana al umbral de aceptabilidad establecido.

Desde el punto de vista de la empresa que genera innovaciones, este tipo de esquemas permite:

- Disminuir el riesgo de generación de innovaciones para el sector, pudiendo obtener financiación adicional para la fase de difusión de la innovación.
- Acelerar el proceso de introducción de innovaciones en el sector.

## 4.10. Conclusiones

El objetivo fundamental a la hora de introducir innovaciones provenientes de un proyecto de telemedicina, es lograr un impacto positivo en la salud de

---

<sup>9</sup>Dicho umbral se fija, según [HTH07] siguiendo la experiencia del *National Institute for Health and Clinical Excellence* para Inglaterra y Gales, que establece un umbral de 30.000 libras esterlinas por año de vida ajustado por calidad — AVAC—.

los pacientes. Sin embargo, como hemos visto a lo largo del capítulo, es muy complicado medir este impacto. Por un lado es difícil encontrar información con los momentos previos a la introducción de la misma en el sistema [Mar11]. Mucho más aún si necesitamos información de los pacientes, ya que además de los inconvenientes habituales (distancia geográfica, sesgos en la recolección de datos, etc.), es complicado asegurar que un cambio en la morbilidad o mortalidad, son debidas a la innovación.

Por ello, a la hora de desarrollar una sistemática de evaluación para “medir” el impacto — en términos tanto económicos como de efectividad clínica — es vital no pensar sólo en cambios como mortalidad o morbilidad, sino también en el estado general del paciente (mayor conocimiento de su estado de salud, de su enfermedad, etc.). En definitiva, de su calidad de vida. Sin ir más lejos, [NRDJFZ<sup>+</sup>12] basa su estudio en la evolución y relaciones de causalidad de dos cuestionarios que permiten determinar la calidad de vida de enfermos crónicos.

En el capítulo hemos podido revisar la literatura existente en materia de evaluación de tecnologías sanitarias, detallando tanto los métodos más habituales, así como la problemática que envuelve la dualidad *requerimiento de evidencias versus velocidad de implantación o difusión de la tecnología*. Encontrar un punto de equilibrio que permita cumplir tanto los requisitos clínicos como económicos es el caballo de batalla de las aproximaciones a la evaluación económica en salud.

En muchas ocasiones, una relación coste-efectividad determinada, sin ninguna otra información adicional, resulta insuficiente para tomar decisiones sobre ella [PSA08]. Por tanto, disponer de una aproximación que permita al *Policy Maker* tener información adicional — más allá de la puramente vinculada al ámbito sanitario y relacionada con evidencias clínicas — es importante para determinar el impacto presupuestario que dicha innovación va a tener sobre el sistema<sup>10</sup>.

Por ello, en la tesis se pretenden vincular dos áreas de ejecución presupuestaria desde el lado público que están directamente relacionadas en su

---

<sup>10</sup>Dado que la financiación de una nueva innovación en un escenario de presupuesto sanitario decreciente, implica necesariamente el recorte presupuestario de otra prestación.

objetivo final:

- Presupuesto de Innovación, orientado al desarrollo empresarial mediante la ejecución de proyectos de I+D e I+D+i, que supongan una transformación organizacional.
- Presupuesto de Salud, orientado a la gestión, mantenimiento y desarrollo del sistema sanitario regional.

Sin embargo, el desarrollo de proyectos de innovación tiene impactos en el sector salud (por ser receptor de los productos o servicios generados), por lo que determinar los efectos — más allá del cumplimiento de los objetivos clínicos necesarios — que el proceso de innovación tiene sobre el sistema sanitario, se convierte en información adicional muy valiosa que permite al *Policy Maker*, ayudar a tomar una decisión a la hora de la introducción de dicha innovación en la cartera de prestaciones sanitarias.



# Capítulo 5

## Métodos

*El conocimiento no es una vasija que se llena,  
sino un fuego que se enciende.*

Plutarco

En este capítulo se planteará la sistemática a llevar a cabo para poder estimar el valor del impacto que una innovación desarrollada por una empresa, tiene en el ámbito sanitario, desde las dos perspectivas consideradas: *ámbito público o Policy Maker* y *ámbito empresarial*. Para ello, este capítulo se organiza como sigue:

- La sección 5.1 plantea un extracto de las principales conclusiones obtenidas hasta el momento en la tesis que permiten plantear el modelo de evaluación a desarrollar.
- Para poder lograr el objetivo de la tesis, es necesario aplicar el método desarrollado sobre un caso real. Por ello, en la sección 5.2, se caracteriza tanto el entorno donde se llevará a cabo la aplicación práctica del modelo, como la muestra de pacientes requerida para el análisis clínico que se exige en el ámbito sanitario.
- La sección 5.3 muestra las principales herramientas de análisis que vamos a utilizar para llevar a cabo nuestro análisis práctico del modelo. Se introduce la aplicación Tree Age Pro para el análisis del escenario de

evaluación desde el ámbito del *Policy Maker* y clínico. Para el análisis del impacto de la innovación desde el punto de vista empresarial, se utilizará Microsoft Excel.

- Una vez introducidas las principales conclusiones del trabajo de investigación, en la sección 5.4, se desarrolla el modelo de evaluación del impacto de la innovación en una organización y su entorno más cercano (partiendo de la adaptación de los Modelos Input-Output para la dimensión cuantitativa, y los ámbitos de impacto obtenidos en el *benchmark* para la dimensión cualitativa).
- Por último, para la caracterización del impacto desde la perspectiva del financiador público, la sección 5.5, introduce un modelo de aproximación a la evaluación de impacto de una innovación, tanto desde el punto de vista de análisis de costes asociados a la innovación, es decir, un modelo que permite considerar cualquier innovación (tecnológica) sanitaria y obtener estimaciones con diferentes grados de complejidad, como de su impacto en términos de coste-efectividad clínicos.

## 5.1. Introducción

En esta sección se agrupan las principales conclusiones del trabajo de investigación llevado a cabo en la tesis doctoral, de forma que nos permita caracterizar el modelo de evaluación. Son las siguientes:

**Capítulo 1.** Describe el marco en el que se desarrolla la innovación, y detalla las dimensiones conceptual, normativa y estadística. Las principales conclusiones del mismo son las siguientes:

- La definición de innovación debe ser tal que cumpla los siguientes requisitos [Rom05]:
  - Aceptada, tanto a nivel regional y nacional, como internacional; así como en el ámbito académico y empresarial.
  - Actualizada periódicamente y avalada por fuentes fiables, porque necesitamos poder comparar para justificar la toma de decisiones.

- Que pueda medirse, porque perseguimos obtener una medida de su impacto.
- Ampliamente utilizada por los agentes del sistema I+D+I, para garantizarnos su fiabilidad.

Para ello, utilizamos la definición de [OCD08], así como las fuentes de medida que existen tanto a nivel nacional (EIT) como europeo (EIS, IUS) e internacional (GII).

**Capítulo 2.** Describe el ecosistema donde se genera la innovación, analizando las relaciones que existen entre los agentes, su realimentación, así como el proceso de generación y transferencia de la innovación. Como principales conclusiones, tenemos las siguientes:

- El proceso de innovación es incierto y no-lineal. El camino de la innovación es impredecible, con procesos diferentes de realimentación y con el concurso de varios agentes del sistema.
- Las organizaciones innovadoras necesitan apoyo de los sistemas de ciencia y tecnología de su entorno, especialmente en el caso de industrias intensivas en tecnología (por ejemplo la biotecnología o la industria farmacéutica por citar algunas). El papel de universidades, centros y parques tecnológicos es clave en el proceso de transferencia de tecnología.
- La cooperación y colaboración entre empresas es clave. La innovación requiere casi siempre de la interacción entre empresas y rara vez aparece en organizaciones aisladas de su entorno.
- La innovación no tecnológica es importante. La innovación no es tan sólo el resultado de la I+D, sino que incorpora conocimiento organizativo, marketing y consideraciones sociales. En particular, la innovación organizativa se ha convertido en clave para la incorporación efectiva de las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación en áreas como la organización productiva, la logística o la distribución.
- La innovación se produce en las empresas de cualquier tamaño. En algunos casos, son las pequeñas empresas las que producen las ideas más innovadoras.

- La innovación no se produce sólo en un reducido conjunto de industrias de alta tecnología, sino que es un proceso ubicuo; se presenta en todos los rincones de la economía; en todos los sectores, desde las industrias maduras y de bajo contenido tecnológico, hasta el sector servicios más proclive a generar innovaciones para su desarrollo.

**Capítulo 3.** Centrado en el proceso de evaluación de la innovación, presenta tanto el proceso de evaluación, tipologías de evaluaciones, así como un análisis de las principales metodologías de evaluación del impacto de la innovación desarrolladas en los últimos años tanto a nivel público como privado. Como conclusiones principales para la tesis podemos apuntar las siguientes:

- La disponibilidad de datos determina, en la práctica, muchas de las decisiones sobre el diseño de una evaluación de impacto [MAG<sup>+</sup>03, Mon05]. No siempre podemos definir los impactos o los resultados como sería deseable, sino que se debe hacer de la mejor manera posible, en función de los datos de que disponemos.
- Todas las metodologías estudiadas hacen uso de fuentes de información primaria y secundaria para la realización de una evaluación *ex-post*. Esto se debe a que la información sobre el impacto a obtener es sobre un determinado proyecto, apoyado en algún programa, política o inversión, por lo que es necesario obtener esta información directamente de los responsables de dichos proyectos. Además, como también se ha observado, en todos los casos hacen uso de fuentes de información secundarias, empleadas principalmente para completar la información extraída de fuentes de información primaria o primera aproximación a la situación para comenzar la evaluación de impacto.
- Las empresas privadas únicamente realizan un análisis cuantitativo, basado en datos puramente económicos que les permita comprobar si el desarrollo del proyecto de I+D+i está siendo o ha sido rentable para la propia empresa.
- Para el resto de agentes, se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo para el desarrollo de la evaluación de impacto, aunque se ha observado que en todas las metodologías estudiadas, tiene una mayor presencia e importancia el análisis cuantitativo, ya que principalmente se analizan

datos económicos, de empleo, etc., y son los relativos a imagen y sociedad los que presentan un análisis de tipo cualitativo. En cuanto a la forma de presentación de los resultados, se ha identificado que:

- Las empresas privadas, por regla general, presentan sus resultados en un cuadro de mando, en donde se pueden observar los valores que definen el retorno de inversión o el beneficio generado con el desarrollo del proyecto.
  - a) La mayor parte de los estudios existentes para la evaluación de impacto de proyectos, políticas, etc. de I+D+i son *ex-ante*, por lo que las evaluaciones *ex-post* son un campo aún por explorar.
  - b) Por ámbitos de análisis, se han identificado dos grupos:
    - Empresa privada: Centra su análisis en los retornos de la inversión.
    - Políticas de innovación y agencias/instituciones y resto de agentes: Además de analizar el retorno de la inversión, evalúan otro tipo de aspectos como pueden ser el empleo, la generación de conocimiento (patentes), colaboración con otros agentes o empresas, nuevos productos, etc. En definitiva, la evaluación que realiza este tipo de entidades no solo concierne al ámbito económico.
  - c) Institutos de prestigio internacional como el MIT y el Fraunhofer, enfocan sus evaluaciones de proyectos hacia un nivel interno en el que evalúan la rentabilidad financiera del proyecto, así como el peso del mismo dentro de la cartera de proyectos.

No se ha encontrado, tras una búsqueda exhaustiva de metodologías, ninguna metodología de evaluación de impacto de características similares a las que se plantea llevar a cabo en la presente tesis.

**Capítulo 4.** Aborda la evaluación de la innovación (tecnológica) desde el punto de vista del sector sanitario. Para ello, describe y desarrolla las principales aproximaciones metodológicas utilizadas, así como las limitaciones e interrogantes que aparecen en el proceso de evaluación. A continuación se detallan las principales conclusiones:

- Los estudios coste-efectividad y coste-utilidad por sí solos no bastan para determinar el impacto que una tecnología tendrá sobre el sistema de salud. Esto es porque el objetivo de estos estudios está encuadrado en el ámbito clínico, no presupuestario, por lo que es complicado poder inferir en toma de decisiones más allá del resultado del estudio (si cumple o no evidencias clínicas).
- En el ámbito de las innovaciones tecnológicas, un retraso provocado por la necesidad (determinada por el regulador) de obtener evidencias clínicas, puede provocar una mayor obsolescencia en la tecnología. Por ello, esquemas como el *Coverage with Evidences Development* son una alternativa muy interesante para la introducción de innovaciones en salud.
- Las aproximaciones a la evaluación económica de una tecnología actuales no cubren todo el espectro de análisis necesario para que un *Policy Maker* pueda tomar decisiones. Esto es: tanto la obtención de evidencias clínicas, así como el coste de sustitución de tecnologías, de introducción de nuevas tecnologías, así como los ahorros generados.

Por ello, a lo largo del capítulo se configura la aproximación metodológica para la evaluación del impacto de una innovación en el ámbito sanitario, tal y como describe la figura 5.1.

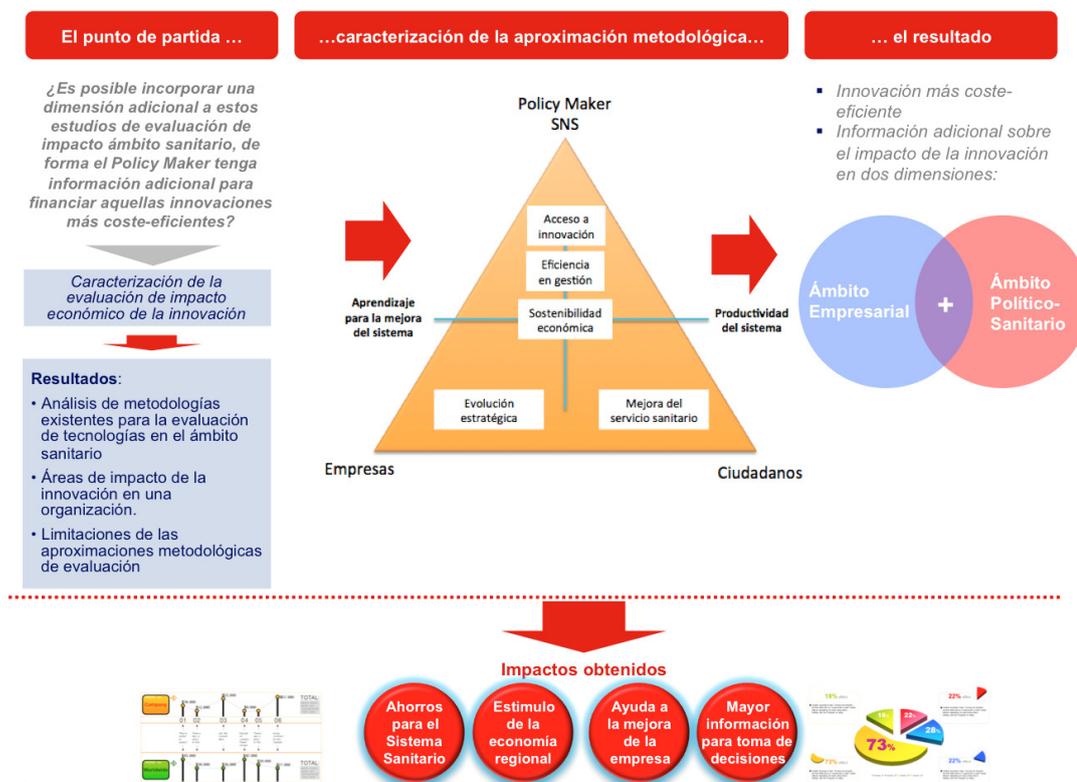


Figura 5.1: Visión del proceso de evaluación de impacto propuesto de una innovación en el ámbito sanitario. Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Caracterización de la muestra

### Introducción

La muestra que vamos a utilizar en nuestro estudio procede de un proyecto incentivado por el subprograma de innovación INNPACTO del extinto ya Ministerio de Ciencia e Innovación, cuyo objetivo, entre otros, es el diseño, desarrollo e implantación de una aplicación móvil cuyo objetivo es permitir a los pacientes con enfermedades circulatorias, autogestionar sus propias condiciones.

Para ello, dada la variedad de enfermedades y cardiopatías que engloban las enfermedades circulatorias, se hace necesario acotar el análisis a una cardiopatía en concreto que permita caracterizar tanto el patrón de comportamiento del enfermo, el número de visitas al especialista, ingresos hospitalarios, derivaciones sufridas, pruebas realizadas, así como cualquier otro coste asociado a la enfermedad.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más del 25% de la población mundial tiene problemas relacionados con enfermedades circulatorias. De esta cantidad, entre el 1% y el 10% de la población está en riesgo de padecer Insuficiencia Cardíaca (IC). En España, existen actualmente 1.200.000 personas con IC. Por ello, se selecciona como caso de aplicación de la aplicación móvil, el análisis del impacto económico que la introducción de la aplicación móvil tiene en el colectivo de enfermos de Insuficiencia Cardíaca de la región donde se desarrolla el proyecto (Castilla y León).

### Descripción de la herramienta CardioManager

Desde un punto de vista tecnológico, la difusión rápida de smartphones y tablets en los últimos años ha propiciado la creación de una nueva industria de software: el desarrollo de aplicaciones móviles (o aplicaciones). En la actualidad hay más de 800.000 aplicaciones en cada una de las dos tiendas comerciales más importantes en términos de cuota de mercado que son obra de Google y App Store de Apple [MDITCP<sup>+</sup>13, IDC13].

Esta nueva industria está incluida en lo que se conoce como móviles de salud, definidos por la OMS como [OMS13, MDITLC+14]

*“... médico y práctica de salud pública apoyada por dispositivos móviles, como teléfonos móviles, pacientes seguimiento de dispositivos, asistentes personales digitales (PDAs) y otros dispositivos inalámbricos.”*

Una de estas aplicaciones es CardioManager, una aplicación médica desarrollada por [CMPTD+14] con el fin de permitir que los pacientes de enfermedades cardíacas pueden autogestionar sus propias condiciones. Incluye el conjunto más común de ellas, basadas en la amplia experiencia de los cardiólogos reconocidos. Estas enfermedades son la **cardiopatía isquémica, valvulopatía cardíaca, hipertensión, síndrome cardiorrenal y fibrilación auricular**. Incluye además otros aspectos importantes que pueden influir en la salud del corazón tales como las relaciones entre el corazón y embarazo, corazón y actividad física y corazón y diabetes.

La aplicación se divide en tres secciones según la función que realiza, como se muestra a continuación:

1. **Sección informativa**, que contiene información médica sobre las enfermedades, que ayudará a los pacientes a entender su enfermedad. Así mismo, incluye una guía del paciente con el fin de informarles sobre las mejores prácticas, las prohibiciones y una lista de consejos que deben adoptar con el fin de mejorar su condición.
2. **Registro de las actividades** (que pueden ser buenos y malos para su condición de salud) y las medidas de salud del usuario, con el fin de actuar en consecuencia con ellos (por ejemplo rehabilitación, actividad física o excesos — en consumo de alimentos, por ejemplo — , mientras que las medidas típicas son las presión arterial, colesterol y glucosa.
3. **Registro de medicamentos** de los usuarios y las horas a las que deben tomarlos. La aplicación establece un sistema de alarmas para avisar al usuario de que ha llegado la hora de tomar la medicación.

---

## Descripción del proyecto de Innovación

El proyecto considerado tiene por objetivo principal el desarrollo de una Plataforma Avanzada de distribución de anuncios en las nuevas plataformas y terminales de acceso a Internet. Entre sus específicos, está el análisis de las potencialidades del entorno de *smartphones* y *tablets* con acceso a banda ancha, así como sus potenciales aplicaciones; entre ellas, el ámbito sanitario. Se analizan los datos disponibles en el propio terminal como localización, actividad del terminal y aplicaciones de compra, juegos, descargas, etc.

Del análisis de potencialidades de los smartphones, surge como objetivo adicional el desarrollo de una aplicación móvil que permita — utilizando el paradigma bajo el que se construye el proyecto, desarrollar un mecanismo de control y seguimiento de la enfermedad adicional al ya existente — gestionando los intereses del usuario / paciente de enfermedad cardiovascular de forma automática —. De esta forma, la aplicación persigue incidir directamente en la gestión de la enfermedad por parte del paciente.

Para ello, tal y como veremos en la sección 5.4.1, para caracterizar el impacto económico que un proyecto de I+D+i genera en el territorio, es necesario caracterizar los gastos que genera, de forma que sea posible aplicar el modelo de evaluación desarrollado. Para ello, el análisis requerirá determinar los siguientes costes:

- **Personal de plantilla de los proyectos.** Personal tanto nuevo (nuevas contrataciones para la realización del proyecto), así como personal de la organización que se aportará para la realización del proyecto.
- **Subcontrataciones de centros públicos o privados de I+D.** Este gasto se incluye, dado que no todas las organizaciones que están inmersas en un proyecto de I+D+i, se dedican a la realización de I+D. Es posible que estas tareas específicas se deleguen en un organismo especializado, por lo que es necesario tenerlas en cuenta para asignarlas a la rama productiva adecuada<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Típicamente, a la rama asociada a Investigación y Desarrollo.

- **Otras subcontrataciones** requeridas para la ejecución del proyecto, en cualquiera de las fases del proyecto (gestión, ejecución, difusión, etc.).
- **Materiales**, incluyendo suministros, etc. necesarios para la ejecución del proyecto.
- **Inversiones en aparatos y equipos**, especialmente determinando la procedencia de los mismos (geográfica), de cara a determinar si el destino de los fondos del proyecto destinados a esta partida repercute directamente en la región, o por el contrario sale fuera de la región.
- **Otros gastos** (transportes, publicidad y propaganda, hostelería, construcción, comunicación, gastos de viaje, etc.), de forma que sean asignados correctamente a las ramas productivas adecuadas y por tanto, el análisis sea correcto.

Una vez determinados las partidas de coste que se condicionarán para el análisis, estamos en condiciones de aplicar el modelo que se describirá en la sección 5.4.1, de cara a determinar el impacto del proyecto.

### Composición y caracterización de la muestra

La muestra que vamos a seleccionar procede del análisis de [NRDJFZ<sup>+</sup>12] en el Hospital de León, formada por pacientes con diagnóstico documentado de insuficiencia cardiaca crónica en la historia clínica de atención primaria mediante informe de alta hospitalaria, de un médico especialista o realizado por el propio médico de cabecera, basado en criterios clínicos de Framingham, pruebas complementarias como electrocardiograma, radiografía de tórax y ecocardiograma con signos característicos de insuficiencia cardiaca crónica, y pertenecientes al área Sanitaria de León — que tiene una población de 200.630 mayores de 39 años, de los cuales el 38,8% viven en el medio rural.— Se excluyeron los pacientes cuya insuficiencia cardiaca fuera atribuible a una causa reversible.

Con los registros de pacientes de cada médico, se elaboró un censo anónimo con 2.047 pacientes (950 del medio rural), de los que se seleccionó una

muestra con afijación proporcional a los estratos urbano y rural para garantizar una igual probabilidad de ser elegido en cada estrato, mediante muestreo aleatorio sistemático. El tamaño de la muestra se calculó para estimar variables dicotómicas con una precisión global para el área sanitaria del 4 % y un 95 % de confianza, en proporciones del 50 %. El resultado, como arroja el análisis de [CMPTD<sup>+</sup>14] es de 630 enfermos, 292 de los cuales proceden del medio rural, y 338 del urbano.

La Tabla 6.3 muestra las características demográficas y clínicas de los enfermos estudiados y de las submuestras de pacientes por sexo. Las mujeres tienen un promedio de edad mayor que los hombres, y en éstos la edad a la cual son diagnosticados es 5 años menor que en las mujeres.

<b>Variables</b>	<b>Total (n=589)</b>	<b>Mujeres (n=299)</b>	<b>Hombres (n=290)</b>	<b>p</b>
Edad, media (DE)	77,6 (9,9)	79,7 (8,6)	75,3 (10,6)	< 0,001
Años desde el diagnóstico, media (DE)	4,5 (3,2)	4,1 (3,6)	5 (4,5)	0,03
Medio rural (%)	46,4	46,5	47,2	NS
Medio Urbano	53,6	54,5	52,8	
Ingresaron en el hospital el último año	45,9	46,8	49,6	NS
Acudieron a urgencias hospitalarias el último año	44,2	42,1	46,4	NS
Clase funcional				
I-II (%)	68,8	65,7	71,1	NS
III-IV (%)	31,2	34,3	27,9	

Tabla 5.1: Caracterización demográficas clínicas de los pacientes con insuficiencia cardiaca crónica de la muestra seleccionada. Fuente: [MdS14]

### 5.3. Herramientas de análisis

Para la modelización del escenario de análisis, como se comentaba en el epígrafe 4.7, se utilizará el software **Tree Age Pro**<sup>2</sup>. Este software, a través de

<sup>2</sup><https://www.treeage.com>

una herramienta de modelado visual, permite representar escenarios que simulen la problemática a resolver, permitiendo realizar análisis estadísticos sobre él. Con un completo módulo para el análisis de modelos sanitarios —*healthcare models*— es posible realizar tanto análisis de coste-efectividad, o simplemente calcular el coste asociado o la efectividad obtenida tras la simulación del escenario propuesto.

Eso es especialmente útil para la evaluación de nuestro análisis, ya que permite modelar el escenario de evaluación **EX-ANTE** que supondrá la incorporación de la aplicación móvil de salud en el sistema sanitario de Castilla y León, sobre una muestra definida y caracterizada.

En el software, los modelos de salud suelen comenzar con un nodo de decisión que se bifurca en ramas para cada opción de tratamiento para una condición de salud específica. El subárbol para cada opción de tratamiento sigue la condición a través del tratamiento, incluyendo cualquier número de los posibles resultados, tal y como muestra la Figura 5.2. El modelo del ejemplo

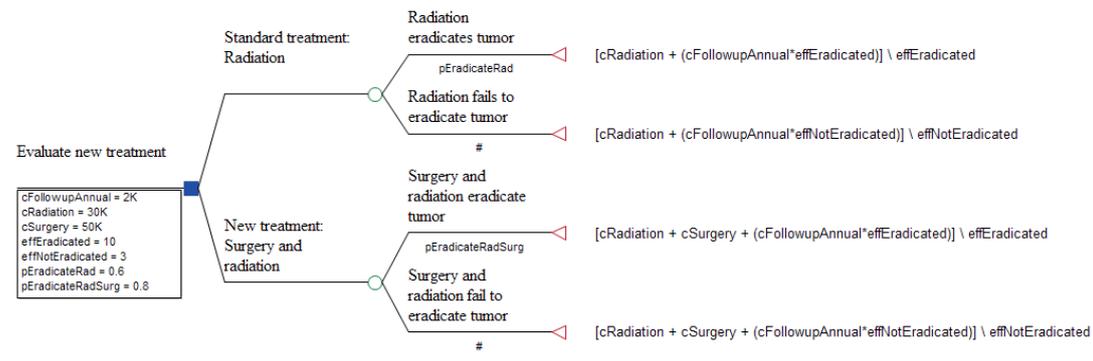


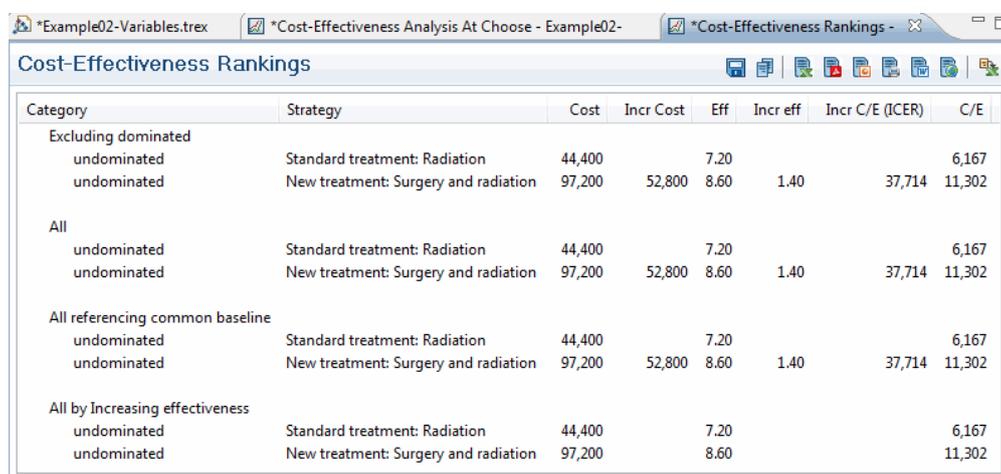
Figura 5.2: Ejemplo de un escenario modelado a través de TreeAge Pro. Fuente: Elaboración propia.

que muestra la Figura 5.2, incluye dos estrategias para el tratamiento de un tumor específico. Cada estrategia tiene una probabilidad diferente de erradicar el tumor. En cada nodo terminal se indican valores de coste y eficacia asociados a ese resultado.

Además, el software TreeAge Pro permite realizar **análisis de sensibilidad**, esto es, estudiar cómo la *incertidumbre* afecta a las conclusiones que

podemos extraer mediante el análisis de las salidas del modelo. Para ello, el software permite estudiar la incertidumbre mediante las siguientes formas:

- **Análisis de sensibilidad determinista**, para estudiar parámetros individuales de incertidumbre sobre un rango de valor. La forma más común del análisis de sensibilidad determinista estudia un único parámetro mediante análisis de sensibilidad de 1 vía, 2 vías, 3 vías y diagramas tornado. Para poder ejecutar análisis de sensibilidad de 1 vía en un modelo, el parámetro debe ser representado por una variable. Entonces la variable puede ser analizada en un rango de incertidumbre en lugar de usar una estimación de punto único (ver Figura 5.4).



Category	Strategy	Cost	Incr Cost	Eff	Incr eff	Incr C/E (ICER)	C/E
Excluding dominated							
undominated	Standard treatment: Radiation	44,400		7.20			6,167
undominated	New treatment: Surgery and radiation	97,200	52,800	8.60	1.40	37,714	11,302
All							
undominated	Standard treatment: Radiation	44,400		7.20			6,167
undominated	New treatment: Surgery and radiation	97,200	52,800	8.60	1.40	37,714	11,302
All referencing common baseline							
undominated	Standard treatment: Radiation	44,400		7.20			6,167
undominated	New treatment: Surgery and radiation	97,200	52,800	8.60	1.40	37,714	11,302
All by Increasing effectiveness							
undominated	Standard treatment: Radiation	44,400		7.20			6,167
undominated	New treatment: Surgery and radiation	97,200		8.60			11,302

Figura 5.3: Ejemplo de un análisis de sensibilidad tipo determinista. Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis de sensibilidad probabilística**, mediante simulaciones de Monte Carlo. Su análisis se formaliza mediante el plano coste-efectividad y las curvas de aceptabilidad. El plano coste-efectividad consiste en un gráfico de dispersión de puntos en el cual los valores del eje de abscisas son la efectividad incremental (medida en AVAC) y los del eje de ordenadas el coste incremental (expresado en euros) de cada simulación.

La curva de aceptabilidad es un gráfico de líneas donde los valores de la serie son el porcentaje de simulaciones en que se acepta la intervención analizada, y los rótulos del eje de abscisas son las etiquetas de los

diferentes umbrales. A medida que aumenta el umbral también aumenta el porcentaje de simulaciones en que se acepta la intervención. Ese valor se basa en el número de simulaciones con beneficio neto positivo. La fórmula de cálculo del beneficio neto (BN) es:

$$\text{BN} = (\text{efectividad incremental} \cdot \text{umbral}) - \text{coste incremental} \quad (5.1)$$

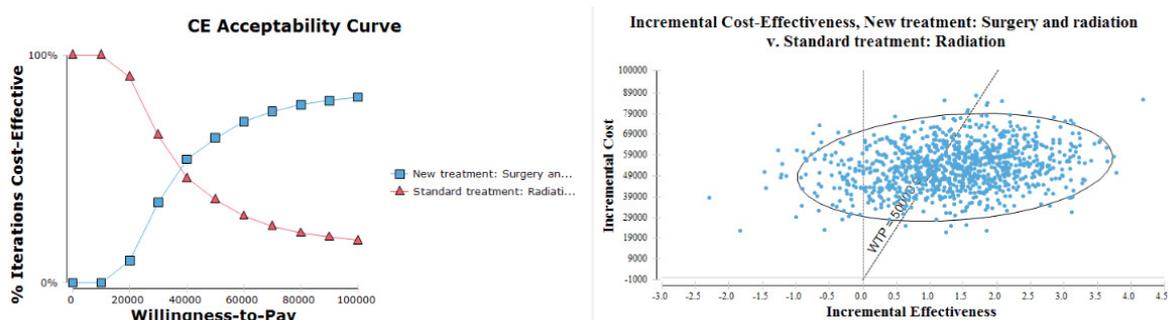


Figura 5.4: Ejemplo de un análisis de sensibilidad tipo probabilístico. Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, podremos caracterizar el caso práctico mediante un modelo de Markov, y obtener el análisis coste-efectividad necesario para, de manera adicional al análisis económico de la aplicación, determinar el impacto *ex-ante* de la introducción de la innovación (aplicación móvil en el ámbito sanitario) tendrá sobre el colectivo de enfermos de Insuficiencia cardiaca en Castilla y León.

## 5.4. Evaluación del impacto de la innovación desde la perspectiva empresarial

Partiendo de las conclusiones del *benchmark de metodologías de evaluación del impacto* desarrollado en el capítulo 3, para caracterizar el impacto que la innovación tiene tanto en la empresa como en su entorno más cercano, es

necesario construir una aproximación que combine la dimensión **cuantitativa** — que valore en términos de generación de valor: empleo, ventas, etc.—, y otra dimensión **cualitativa**, ya que la innovación producida por la empresa tendrá un impacto en la cultura de la empresa, su organización, estrategia, etc.

A nivel cuantitativo, el análisis del efecto de la innovación se analizará a partir de la adaptación de un Modelo Input-Output<sup>3</sup>. Para ello, en esta sección se caracterizarán este tipo de modelos, fundamentos y adaptaciones necesarias para aplicarlos al análisis cuantitativo del efecto de la innovación en el tejido empresarial.

Ninguno de los modelos evaluados en la tesis considera conjuntamente la dimensión cualitativa del impacto de la innovación, Para ello, el modelo a desarrollar incorporará en la dimensión cualitativa del análisis las palancas de competitividad de una empresa tal y como muestra la Figura 5.5, caracterizando las siguientes áreas de análisis:

- **Cultura**, entendida como el impacto que el proyecto tiene sobre la visión de la I+D y la innovación como una actividad “colaborativa” de “riesgo”, que pretende evaluar la evolución en la cultura que tiene la empresa hacia la innovación —enfaticando el análisis en las diferentes formas de colaboración así como en la creación de nuevas empresas.—
- **Estrategia**, evalúa el efecto que ha tenido la participación de la empresa en el proyecto en términos de impacto en la percepción de la empresa hacia la innovación, medida como: la reorientación de las líneas de investigación y la adopción de nuevas líneas de investigación y desarrollo.
- **Gestión**, entendida como la gestión de la I+D (conocimiento, esquemas de financiación, proyectos, etc.) como elemento clave para esta actividad en la empresa.
- **Resultados**, en términos de resultados de I+D reflejados en creación de nuevo conocimiento (tanto aplicable al mercado como no), la transferencia de ese conocimiento y su explotación comercial (nuevas ventas,

---

<sup>3</sup>caracterizamos el modelo Input / Output de la economía de Castilla y León al objeto de poder evaluar el proyecto de I+D+i introducido en el epígrafe 5.2.

nuevos mercados, nuevas líneas de producto, nuevos procesos, sistemas de monitorización, etc.).

- Relaciones con terceros.** El impacto en este área de relación se construye adicionando el efecto que el propio desarrollo del proyecto tiene con el resto de participantes del mismo (directos o indirectos), así como frente a otros potenciales organismos con los que, el desarrollo del proyecto, haya podido generar la actividad de la empresa (piénsese en el contacto de la empresa frente a organismos empresariales o científicos para la estructuración de un consorcio que finalmente no llega a buen término, acuerdos comerciales surgidos mediante la introducción de un tercer agente por un colaborador, etc.). Por ello, es importante caracterizar las potenciales alianzas, acuerdos de colaboración y explotación de resultados, acuerdos de distribución, desarrollo de relaciones institucionales, establecimiento de relaciones con organismos financiadores de la I+D+i a nivel regional, nacional o europeo, etc.

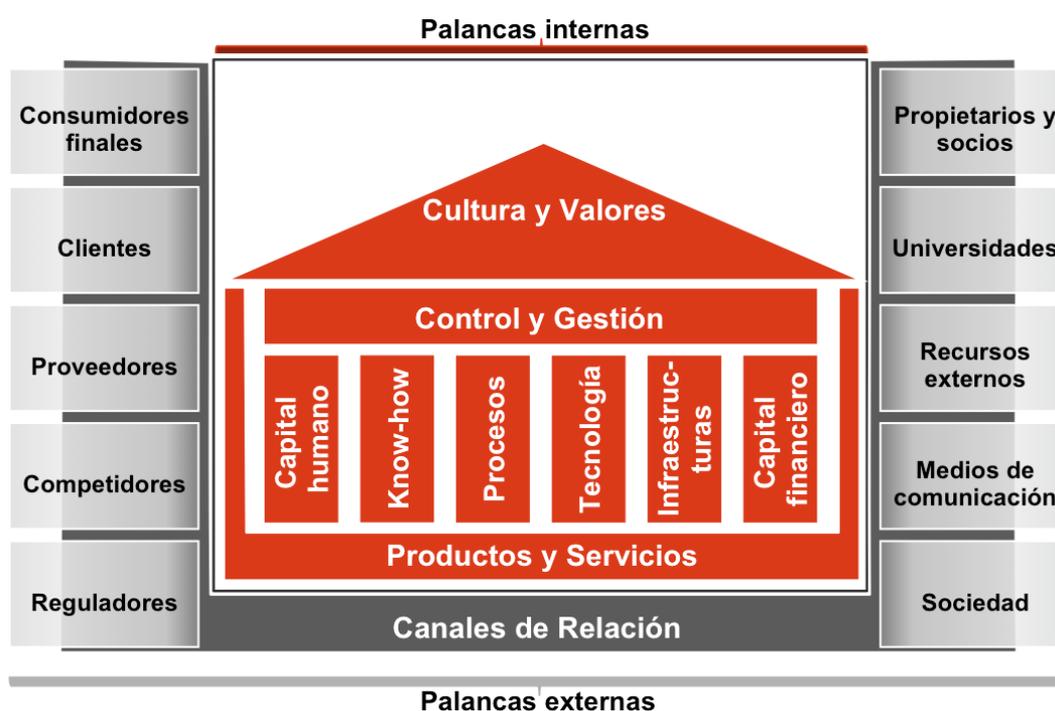


Figura 5.5: Palancas de innovación en la empresa. Fuente: Elaboración propia.

### 5.4.1. Desarrollo de la dimensión cuantitativa

Para el desarrollo del análisis cuantitativo del efecto de la innovación en el sector empresarial, vamos a caracterizar el método a partir de los Modelos Input-Output, por lo que en este epígrafe, introducimos al formulación de este tipo de modelos y su adaptación a la problemática de nuestro estudio.

#### El modelo de Leontief

Este modelo combina satisfactoriamente la visión macroanalítica de los pensadores del XVIII con el rigor matemático de Walras. Una gran cantidad de autores, encabezados por el propio Leontief, impulsaron y desarrollaron el primitivo modelo cerrado de los años cuarenta, así como todo un amplio conjunto de técnicas de análisis que han terminado por hacer del mismo una de las herramientas más utilizadas en el estudio de los aspectos estructurales de una economía. [Leo51]

Este modelo analiza la interdependencia de industrias en una economía, identificando que las salidas de una industria (*outputs*) son las entradas de otra (*inputs*), mostrando una interrelación entre ellas.

Por ello, supone una economía como un sistema de  $n$  ramas productoras todas y cada una de ellas de un solo bien. La producción total de la rama  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , representada por  $X_i$ , es utilizada en parte por otras ramas, incluida ella misma, como consumos intermedios, representados por  $X_{i,j}$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, n$ ; y en parte como demandas finales, que escribimos como  $Y_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Introduciendo una hipótesis básica y fundamental de proporcionalidad, según la cual los insumos que cada rama  $j$  toma de otra rama  $i$ , son proporcionales a la producción total de  $j$ , el modelo admite la siguiente formulación matricial:

$$X = (I - A)^{-1} \cdot Y \quad (5.2)$$

que corresponde al modelo de demanda o modelo vertical donde  $A$  es la matriz de coeficientes técnicos e  $(I - A)$  recibe el nombre de matriz de Leontief. También supone que la producción total de cada rama  $i$  es igual a la suma

de los insumos comprados al resto de ramas y a sí misma, más los insumos primarios de dicha rama y que representamos por  $V_i$ . Esta hipótesis origina una nueva formulación matricial que escribimos como sigue:

$$X^t = V^t \cdot (I - A)^{-1} \quad (5.3)$$

que corresponde al modelo de oferta o modelo horizontal y  $D$  es la matriz de coeficientes de distribución.

Es evidente que bajo este planteamiento, las ramas de producción aparecen relacionadas mutuamente. Esta interrelación se basa en la existencia, en mayor o menor cuantía, de transacciones de compra y venta que unen directa y/o indirectamente a cada rama con el resto.

Este modelo se elabora a partir de datos económicos observados en una región o país (en el caso de España existen según las regiones, datos regionales o nacionales) que identifican la producción industrial agrupada en sectores. La actividad económica en la región se divide en un número de segmentos o de sectores productivos. Pueden ser industrias en sentido más general (automóviles) o más específico como (industria de neumáticos). Cada sector agrupa actividades que tienen diferentes ritmos de consumo y producción de bienes.

Parte de la producción de un sector (*Output*) puede ir al consumo (*Input*) de otro distinto sector dentro de la región bajo estudio. Para modelizar todos estos flujos de bienes y servicios, la información se presenta en forma de una tabla denominada: Tabla Input-Output o Tabla I/O [Tar03]. Para poder dar una interpretación más completa acerca del grado de integración de una rama en toda la estructura de producción, se introduce una relación llamada relación de influencia.

Por ello, en general, la rama productiva  $i$  influye a la rama productiva  $j$  si una variación en la producción total de la rama  $i$  genera una variación en la producción de la rama  $j$ . Esta definición puede hacerse en términos absolutos o relativos a la producción total de cada rama, y en términos directos o globales según se tengan en cuenta los flujos de compra y venta directas o globales; si bien nos centraremos sólo en términos relativos puesto que las variaciones relativas suelen ser a menudo más útiles que las absolutas.

Por tanto, la influencia directa relativa de la rama  $i$  sobre la rama  $j$ ,

denotada por  $i_{i \rightarrow j}^D$ , es el incremento relativo en la producción de la rama j cuando se produce un aumento relativo de la producción de la rama i, es decir,

$$i_{i \rightarrow j}^D = \frac{\frac{\Delta X_j}{X_j}}{\frac{\Delta X_i}{X_i}} \quad (5.4)$$

Se puede demostrar que la rama i influye en términos relativos a la rama j, y escribimos  $i_{i \rightarrow j}^D$ , si  $d_{i,j} \neq 0$ , donde  $d_{i,j} \neq 0$  representa el i,j-ésimo coeficiente de distribución; es decir, si la rama i compra directamente a la rama j.

Las tablas con sus interdependencias se suelen elaborar con datos procedentes de intervalos anuales. Los intercambios de bienes suelen ser indicados como ventas, compras o bienes físicos. Pero es habitual que las unidades de medida empleados en el modelo se realice en términos monetarios.

El supuesto básico por el que se elaboran las Tablas I/O es que esos coeficientes (o multiplicadores) son estables con el paso del tiempo por lo que es posible utilizarlos para prever las consecuencias económicas futuras de los cambios actuales [Tar03, BdQ04, FMP<sup>+</sup>05]. De esta forma, si uno de los sectores incluidos en las tablas es “Construcción” y los ladrillos suben un 5 %, se puede calcular en qué porcentaje subirán los precios de lo producido por cada uno de los demás sectores, por causas directas e indirectas.

Además, es posible utilizar este método para prever los efectos de las decisiones de una política fiscal, previsión de cambios en la producción para adaptarse a cambios en la estructura de la demanda, efectos sobre el empleo de los cambios en la demanda, elaboración de estrategias de desarrollo en países preindustriales, entre otras.

Las filas de la tabla representan la distribución (por sectores) de un productor, mientras que las columnas representan los consumos (también por sectores) de las industrias para poder producir sus bienes. Esta tabla intersectorial suele tener una columna adicional denominada “demanda final” y corresponde a los bienes empleados en el consumo, inversión (públicos o privados) o para la exportación. En ciertas ocasiones se añade a la matriz otras filas que representan el “valor añadido” que tiene en cuenta otros *inputs* no-industriales a la producción, como puede ser el trabajo.

La estructura matemática de un sistema Input-Output es la de un sistema de ecuaciones lineales de  $n$  ecuaciones y  $n$  incógnitas, siendo  $n$  el número de sectores de la industria. Esta aproximación hace que el modelo input-output pueda ser tratado bajo el formalismo del álgebra lineal al poder ser representado en matrices. Si se cuantifica el valor monetario de un sector  $i$  a uno  $j$  como  $Z_{i,j}$ , y de la misma forma la demanda final de un sector (es decir los bienes producidos que no entran de nuevo en el sistema productivo) como  $Y_i$ , se tiene que la producción del sector  $i$  (representado por:  $X_i$ ) sería igual en un formalismo algebraico a:

$$X_i = z_{i,1} + z_{i,2} + z_{i,3} + \dots + z_{i,n} + Y_i \quad (5.5)$$

Los términos a la derecha de la ecuación representan las ventas inter-industria del sector  $i$ , por lo tanto la suma de todos los términos es el total de ventas del sector  $i$  y las ventas a la demanda final. Esta ecuación puede entenderse como la distribución de ventas del sector  $i$ , como la distribución de salidas (*outputs* de este sector). Si consideramos el ejemplo de una economía de cuatro sectores productivos el modelo podría reproducirse como sigue:

$$X_1 = z_{1,1} + z_{1,2} + z_{1,3} + \dots + z_{1,n} + Y_1$$

$$X_2 = z_{2,1} + z_{2,2} + z_{2,3} + \dots + z_{2,n} + Y_2$$

$$X_3 = z_{3,1} + z_{3,2} + z_{3,3} + \dots + z_{3,n} + Y_3$$

$$X_4 = z_{4,1} + z_{4,2} + z_{4,3} + \dots + z_{4,n} + Y_4$$

En esta representación tenemos agrupadas en cada línea las salidas de cada sector ( $X_i$ ). Los flujos ( $Z_{i,j}$ ) pueden ser recolectados en una tabla en la que los sectores verticales son “vendedores” y los horizontales “compradores”.

### **El marco Input-Output de referencia**

Las Tablas Input-Output (TIO) pueden considerarse como una ampliación de las Cuentas Nacionales, poniendo el énfasis en las transacciones entre las diferentes ramas de actividad en las que pueden descomponerse los sectores productivos de una economía. Dichas Tablas tienen origen microeconómico y finalidad macroeconómica, pues son construidas a partir de la información facilitada por las unidades de producción de las diferentes ramas de actividad, y

nos muestran el funcionamiento del sistema productivo a nivel macroeconómico. De manera que, examinando la TIO se puede determinar la relevancia de los distintos sectores económicos en una región o país [Tar03,FMP<sup>+</sup>05,BdQ04].

Su estudio aporta cuantiosa información sobre las actividades productivas realizadas dentro de un territorio económico, tanto desde el punto de vista de la oferta, como de la demanda o del destino final de la producción. Además, el análisis de la estructura productiva de una determinada área es fundamental no sólo en la toma de decisiones de política económica, sino que también resulta de gran ayuda en la determinación de las estrategias empresariales. Todo ello permite considerar la TIO desde dos enfoques distintos:

- **Como un método contable.** Se trata de una técnica que facilita la asignación de flujos económicos a sectores productivos determinando, igualmente, el montante destinado a demanda final, así como la utilización que realizan de los factores primarios. Según esta perspectiva, la TIO presenta información económica de forma sistemática, consistente y con posibilidad de contrastación.
- **Como técnica de simulación y proyección.** Desarrolla una metodología que permite analizar el impacto económico producido por cualquier alteración en los precios o en la demanda final de alguna de las ramas de actividad, cuantificando los efectos producidos sobre el resto del entramado productivo.

La idea central de la TIO consiste en establecer una relación entre las diferentes industrias con objeto de poder conocer cuánto necesita consumir cada sector de los demás para alcanzar su nivel de producción. Por tanto, se trata de una matriz de doble entrada que, respetando ciertas identidades contables y junto con las relaciones intersectoriales, determina el destino de la producción de cada sector (*output*), así como la utilización que se hace del valor de la misma (*input*). Se construye a partir de los datos económicos de la unidad geográfica donde se encuadra, ya sea a nivel nacional o regional.

En las TIO pueden distinguirse tres grandes **Bloques**, tal y como puede observarse en la Figura 5.6 [FMP<sup>+</sup>05]. El Bloque central, también llamado

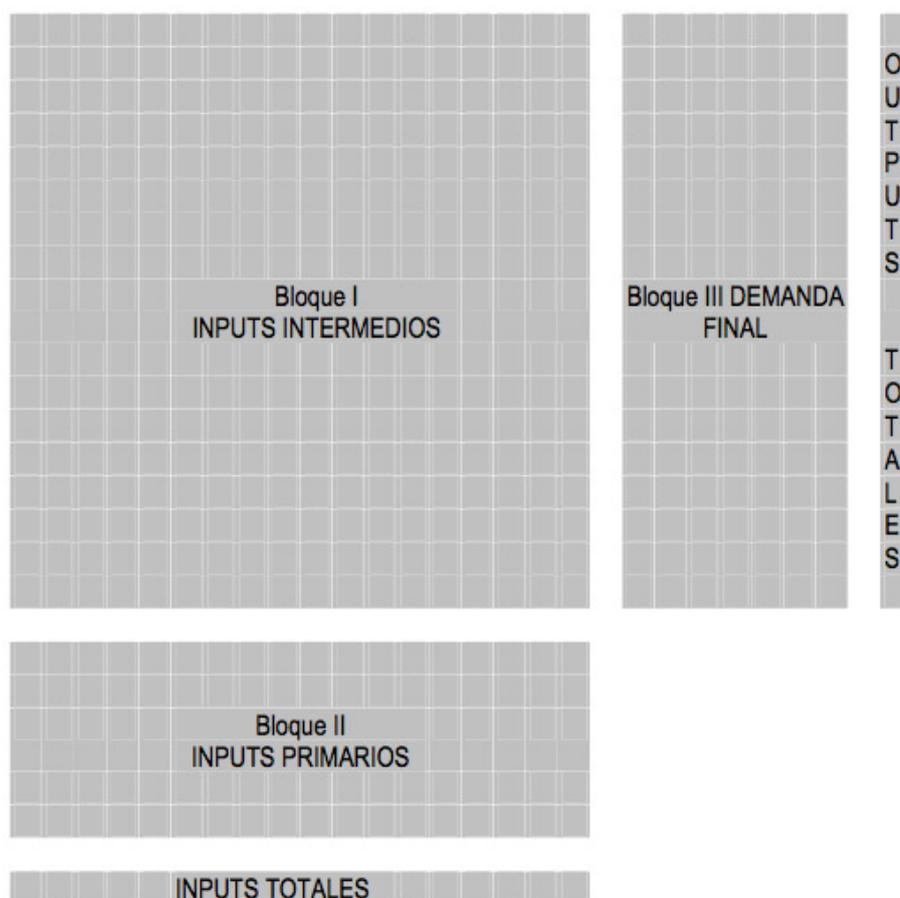


Figura 5.6: Estructura de la Tabla *Input-Output*. Fuente: [FMP<sup>+</sup>05].

Bloque de relaciones intersectoriales, o de **Consumos Intermedios**, el Bloque de **Inputs Primarios** y el Bloque de **Demandas Finales**.

El **Bloque I** es la matriz cuadrada de relaciones interindustriales. Está formada por todos los sectores productivos de la economía del país o región analizada. A esta parte de la Tabla también se la denomina **demanda intermedia**, pues permite apreciar el flujo de bienes y servicios producidos y consumidos por las industrias de la región, para transformarlos en productos y servicios finales. Representa, por tanto, las compras y ventas realizadas entre los distintos sectores necesarias, por un lado, para obtener el producto y, por otro, para determinar su destino. La demanda que cada sector haga de otro, dependerá de la producción de cada una. [FMP<sup>+</sup>05]

$$\text{Columna (input intermedio)} : \sum_{i=1}^n x_{i,j} = x_{1,j} + x_{2,j} + \dots + x_{n,j} \quad (5.6)$$

$$\text{Fila (output intermedio)} : \sum_{j=1}^n x_{i,j} = x_{i,1} + x_{i,2} + \dots + x_{i,n} \quad (5.7)$$

donde,

$x_{i,j}$ : parte del output del sector  $i$  vendido al sector  $j$   
 parte del input del sector  $j$  comprado al sector  $i$

El **Bloque II** representa los inputs primarios, es decir, los gastos realizados para obtener el producto final: salarios, cotizaciones a la seguridad social, excedente de explotación, amortizaciones, impuestos e importaciones necesarias.

Estos conceptos se pueden agrupar en forma de macromagnitudes. La Remuneración a los Asalariados ( $RA_j$ ) como suma de los sueldos y cotizaciones sociales que unido al Excedente Bruto de Explotación ( $EBE_j$ ) permite obtener el Valor Añadido a precios básicos ( $VAB_{pb}$ ),

$$VAB_{pb_j} = RA_j + EBE_j \quad (5.8)$$

Los impuestos netos,  $T_j$ , vienen definidos por los impuestos ligados a la producción propiamente dichos, menos las subvenciones recibidas a la explotación. De este modo, determinados sectores que reciben muchas subvenciones, pueden llegar a tener impuestos netos negativos. Esta partida permitirá determinar el VAB a precios de mercado ( $VAB_{pm}$ ). En caso de necesitar el valor de dicha magnitud en términos netos ( $VAN_{pm}$ ), habría que restarle las amortizaciones,  $A_j$ .

$$VAB_{pm_j} = VAB_{pb_j} + T_j \quad (5.9)$$

$$VAN_{pm_j} = VAB_{pm_j} - A_j \quad (5.10)$$

Estas magnitudes, junto con las importaciones realizadas,  $M_j$ , y los *inputs* intermedios facilitarán el cálculo del valor total de recursos,  $X_j$ , de cada rama

de actividad que representa los gastos necesarios para obtener la producción del sector  $j$ .

$$X_j = \sum_{i=1}^n x_{i,j} + VABpm_j + M_j \quad (5.11)$$

El **Bloque III** representa la demanda final, es decir, la producción vendida al mercado final: consumo (privado y público), inversión (formación bruta de capital y variación de existencias) y exportaciones.

$$DF_i = C_i + I_i + E_i \quad (5.12)$$

El *output* total se obtiene sumando los outputs intermedios y las demandas finales, es decir, el destino de la producción; parte lo consumirán las ramas de actividad y el resto se dirige a atender los consumos finales.

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{i,j} + DF_i \quad (5.13)$$

En definitiva, cada una de las filas representa el *output* de la producción; es decir, las ventas que una industria realiza al resto para ser utilizadas en su proceso productivo (BLOQUE I), así como las destinadas a satisfacer las necesidades de consumo, inversión y exportación (BLOQUE III). La expresión matemática sería la siguiente:

$$X_i = x_{i,1} + x_{i,2} + x_{i,3} + \dots + x_{i,n} + C_i + I_i + E_i \quad (5.14)$$

donde,

$X_i$ : valor de la producción o output total del sector  $j$

$x_{i,j}$ : parte del input del sector  $j$  comprado al sector  $i$

$C_i$ : parte del output del sector  $i$  destinada al consumo

$I_i$ : parte del output del sector  $i$  destinada a la inversión

$E_i$ : parte del output del sector  $i$  destinada a la exportación

Por otro lado, las columnas muestran el origen de los inputs utilizados para la obtención de la producción. Cada uno de los sectores adquirirá del resto los productos intermedios necesarios para la realización de su proceso productivo y, además, deberá hacer frente a los gastos originados por la contratación de

personal, beneficios obtenidos, impuestos netos, amortización e importaciones (BLOQUE II). La expresión matemática sería la siguiente:

$$X_j = x_{1,j} + x_{2,j} + x_{3,j} + \dots + x_{n,j} + RA_j + EBE_j + T_j + A_j + M_j \quad (5.15)$$

donde,

$X_i$ : valor de la producción o output total del sector j

$x_{i,j}$ : input del sector i vendido al sector j

$RA_j$ : gastos de personal del sector j

$EBE_j$ : beneficios obtenidos por el sector j

$T_j$ : impuestos netos pagados por el sector j

$A_j$ : amortizaciones realizadas por el sector j

$M_j$ : importaciones hechas por el sector j

Después de conocer en detalle la estructura de la TIO, se utiliza una transformación matricial de la misma, en términos de un modelo económico, permitiendo que la TIO sirva como instrumento de una teoría simplificada de la producción, de tal forma que se pueda utilizar para ejercicios de simulación. Así, en esta Tesis Doctoral se utilizará el modelo para estimar los niveles necesarios de producción de cada rama para satisfacer un objetivo de Demanda Final dado. Este es el Modelo de Cantidades, o de Demanda, el cual relaciona demandas finales autónomas y niveles de producción necesarios para satisfacerlas.

La idea subyacente del Modelo de Cantidades es que un incremento de la Demanda Final se transmite, aumentando no sólo la producción en la cuantía necesaria para satisfacer esa demanda final, sino en una cuantía superior para poder suministrar las demandas intermedias del resto de ramas y así poder alcanzar su incremento de producción. Se trata de una cadena de requerimientos sucesivos de *inputs* por parte de cada rama que debe aumentar su producción para abastecer a las demás.

La formulación matemática utilizada en el cálculo de esta producción necesaria para atender una determinada Demanda Final es a través del Modelo de Leontief:

$$[X_i] = [I - A_{i,j}]^{-1} \cdot [Y_j] \quad (5.16)$$

donde,

$X_i$ : vector de Outputs Totales ( $X_i$ ), Inputs Totales ( $X_j$ )

$Y_j$ : vector de Demandas Finales

$[I-A_{i,j}]^{-1}$ : matriz inversa de Leontief

I: matriz identidad

$A_{i,j}$ : matriz de coeficientes técnicos  $a_{i,j}$

La utilidad de este modelo es muy importante, ya que la constancia y proporcionalidad de los coeficientes técnicos ( $a_{i,j}$ ) permite evaluar los efectos sobre la producción, renta y empleo de un vector exógeno de Demanda Final.

Los coeficientes técnicos expresan la utilización que cada rama hace de productos de otra rama por unidad de producción.

$$a_{i,j} = \frac{x_{i,j}}{X_j} \quad (5.17)$$

Así, el coeficiente  $a_{i,j}$  se define como la utilización que la rama  $j$  hace de productos de la rama  $i$  por unidad de producción. Si se obtiene esta información para todas las ramas de actividad, se dispone de la matriz de coeficientes técnicos  $[A_{i,j}]$ .

Para determinar los efectos sobre el Valor Añadido, el empleo, o cualquier otro elemento de los *Inputs* Primarios, incluidos los Impuestos Indirectos (IVA), manteniendo el supuesto de linealidad, se definen los coeficientes unitarios de los *Inputs* Primarios de forma análoga a los coeficientes técnicos:

$$v_j = \frac{V_{i,j}}{X_j} \quad (5.18)$$

donde,  $V_j$ : vectores de Inputs Primarios identificados en una fila

### Identificación de los efectos económicos más relevantes

La idea central que subyace en las Tablas Input-Output es la interdependencia entre actividades productivas. Cada industria utiliza productos de otras como inputs intermedios y su output es considerado la materia prima para otras actividades.

La cuantificación de estas relaciones de interdependencia es la base de los *estudios de impacto* o *efectos multiplicadores* de una rama sobre el resto del sistema. En el contexto español, los últimos años han conocido un esfuerzo notorio por precisar el método más conveniente para la evaluación de los efectos económicos de las infraestructuras, si bien por el momento no se ha conseguido una completa armonización de los mismos.

Por efectos económicos de una actividad, entendemos el valor añadido, puestos de trabajo, rentas salariales e impuestos que, tanto de forma directa, como indirecta e inducida, están relacionados y potenciados por la actividad económica del sector analizado. En esencia, las empresas utilizan los servicios de la actividad analizada por una de las dos razones siguientes:

- porque ha sido determinante para su localización
- porque, en términos comparativos, obtienen con su uso algún tipo de ventaja económica

Vamos a distinguir cuatro tipos de efectos identificados a partir del Modelo de Leontief [Leo51]

- Efecto Inicial.
- Efecto Directo
- Efecto Indirecto
- Efecto Inducido

El **Efecto inicial** es el resultado de la información contable obtenida por procedimientos directos y que han proporcionado todas aquellas empresas incluidas dentro del sector o rama de actividad. Por lo tanto, este efecto será el que los agentes económicos identifican como la situación actual contable del sector objeto de estudio.

El **Efecto directo e Indirecto** se calcula a través de la ecuación 5.16. Si desarrollamos la matriz  $[I - A_{i,j}]^{-1}$  tenemos la siguiente expresión:

$$[I - A_{i,j}]^{-1} = [I_j] + [A_{i,j}] + [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] + [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] + \dots + [R_{i,j}] \quad (5.19)$$

donde, R: residuo de una sucesión decreciente.

Incorporando este desarrollo al Modelo de Leontief, obtenemos:

$$[I - A_{i,j}]^{-1} \cdot [Y_j] = [Y_j] + [A_{i,j}] \cdot [Y_j] + [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] \cdot [Y_j] + [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] \cdot [Y_j] + \dots + [R_{i,j}] \quad (5.20)$$

que podemos descomponer en dos efectos distintos: **Directo** e **Indirecto**.

El **Efecto Directo** representa el esfuerzo productivo directo que deben realizar las empresas de un sector para hacer frente a una modificación de la demanda final de sus servicios.

$$E_D = [Y_j] + [A_{i,j}] \cdot [Y_j] \quad (5.21)$$

El **Efecto Indirecto** representa el impacto derivado de las sucesivas relaciones de compraventa que tienen lugar entre los sectores originariamente afectados por la actividad del sector y el resto de sectores económicos.

$$E_I = [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] \cdot [Y_j] + [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] \cdot [A_{i,j}] \cdot [Y_j] + \dots + [R_{i,j}] \quad (5.22)$$

Por último, el **Efecto Inducido** es el generado por la capacidad de consumo y de inversión de las empresas y agentes económicos directamente relacionados con la actividad de una rama. Para este cómputo se establecen supuestos complementarios sobre la capacidad de ahorro de las familias, asignando el resto a consumo final, y sobre la capacidad inversora, tanto del ahorro de las rentas del trabajo como del excedente bruto de explotación.

Para el cálculo del efecto inducido, se utiliza el mismo Modelo de Leontief pero con un vector de Demanda Final ampliado por la demanda de bienes de consumo e inversión, generados por los ingresos de los agentes económicos participantes en las actividades de la rama de actividad objetivo de estudio. El nuevo modelo sería:

$$[X_j] = [I - A_{i,j}]^{-1} \cdot [Y_i^{R*}] \quad (5.23)$$

donde,  $[Y_i^{R*}]$ : vector de consumo generado por las rentas de la rama i.

### Efectos eslabonamiento anterior

El peso que las compras intermedias realizadas por un sector tiene sobre el valor del producto final, es decir, la capacidad generadora de valor añadido

de un sector frente a la utilización de inputs intermedios puede representarse mediante la siguiente ecuación:

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{i,j}}{X_j} \quad (5.24)$$

### Adaptación del modelo para la evaluación de proyectos de I+D+i

Una vez descrita la formulación de los modelos Input-Output, en este epígrafe utilizaremos las tablas Input-Output correspondientes a la contabilidad nacional<sup>4</sup>. El Instituto Nacional de Estadística publica, cada cinco años, las TIO nacionales, siendo la última la correspondiente al año 2009. Esta tabla presenta una estructura de desagregación en 74 sectores o ramas productivas [INE]. Para poder simplificar el análisis y tratar con un volumen de datos aceptable, vamos a realizar una nueva clasificación a 18 sectores. Dicha agregación sectorial la muestra la Tabla 5.2:

Una vez caracterizada y estructurada la TIO en 18 sectores (TIO2009N18<sup>5</sup>), utilizamos información de la Contabilidad Regional de España [INE] con objeto de obtener los Valores Añadidos de cada una de las ramas de actividad y, así, actualizar el Bloque de inputs primarios de la tabla. Tal y como vimos a lo largo de la sección, caracterizamos las siguientes partidas:

- Valor Añadido Bruto a precios básicos ( $VAB_{pb}$ )
- Impuestos indirectos netos
- Valor Añadido Bruto a precios de mercado ( $VAB_{pm}$ )

A partir del gasto directo efectuado en el proyecto y mediante la aplicación de los multiplicadores adaptados para la TIO2009N18, se puede realizar el cálculo del efecto total que el desarrollo de un proyecto de innovación tiene

<sup>4</sup>Se utilizan estas tablas al objeto de presentar un modelo que sea utilizable por cualquier región, tenga o no Tablas Input-Output. Para adaptar los resultados a una Comunidad Autónoma en concreto, basta adaptar el proceso a dichas tablas.

<sup>5</sup>Tabla Input-Output de 2009 Nacional estructurada en 18 sectores.

Agregación sectorial	Sectores TIO2009
Agricultura	1, 2, 3, 4, 5, 6
Energía	16, 31, 32, 33
Alimentación	7,8, 46
Textil	10, 11
Industria Química	17, 18
Otros productos no metálicos	19, 20
Metalurgia	21, 22
Maquinaria	25, 30
Equipo eléctrico	23, 24
Material de transporte	26, 27
Manufactura diversa	9, 12, 13, 14, 15, 28, 29
Construcción	34
Comercio y reparación	45, 63
Hostelería	45, 63
Transporte y comunicaciones	38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 49
Intermediación financiera	51, 52, 53
Inmobiliarias y servicios a empresas	47, 48, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 71, 72, 73, 74
Servicios de no mercado	65, 66, 67, 68, 70, 71

Tabla 5.2: Resumen de la agregación sectorial. Fuente: Elaboración propia

sobre la economía regional. Este efecto total, recoge el impacto que su actividad provoca teniendo en cuenta las interrelaciones que se producen entre los diversos sectores económicos.

Para ello, el alcance del impacto a calcular queda definido como sigue:

- **Alcance de tipología.** Cálculo del impacto en términos de PIB, empleo y renta fiscal (ingresos para Hacienda), utilizando para ello la TIO2009N18.
- **Alcance de actividades.** Estudio de actividades desarrolladas por la empresa que desarrolla el proyecto de innovación y el resto de agentes que directa o indirectamente están relacionados con las mismas.
- **Alcance geográfico.** Estudio de la estimación del impacto generado

en la economía de la región. Dado que utilizamos de forma genérica las Tablas Input/Output nacionales, a nuestros efectos podríamos considerar cualquier CC.AA.

- **Alcance temporal.** Estudio de impacto económico del *momento cero de evaluación*<sup>6</sup>.

Como paso previo a la definición del modelo, es necesario caracterizar en primer lugar el gasto del proyecto, analizando el destino del mismo (invertido en la región donde se ubica la empresa que ejecuta el proyecto de I+D+i, o fuera de ella), así como el gasto directo e indirecto del proyecto, obteniendo la caracterización de la intensidad de gasto por proyecto en la región. De forma adicional, se enfatiza la distribución regional de la inversión dentro de la región, que vendrá promovida por la participación de agentes públicos de investigación (Centros Tecnológicos, Organismos Públicos de Investigación — CSIC— y Universidades). Posteriormente, se profundiza en la estructura de los gastos ejecutados en el proyecto, estructurando el mismo en siete partidas diferentes para un mejor análisis:

- Personal de plantilla de los proyectos
- Subcontrataciones de centros públicos de I+D
- Subcontrataciones de centros privados de I+D
- Otras subcontrataciones
- Materiales
- Inversiones en aparatos y equipos
- Otros gastos (suministros, transportes, publicidad y propaganda, hostelería, construcción, comunicación, gastos de viaje, etc.)

---

<sup>6</sup>Se denomina *momento cero* de una evaluación a la evaluación que se realiza justo a la finalización del proyecto. Es equivalente a la primera medida que se tiene del efecto producido por la ejecución del proyecto y que sirve como referencia para poder comparar evaluaciones posteriores.

Una vez desglosadas las partidas de análisis, la Figura 5.7 muestra el proceso de estimación de los diferentes grupos de gasto que serán los *inputs* del modelo de impacto económico.

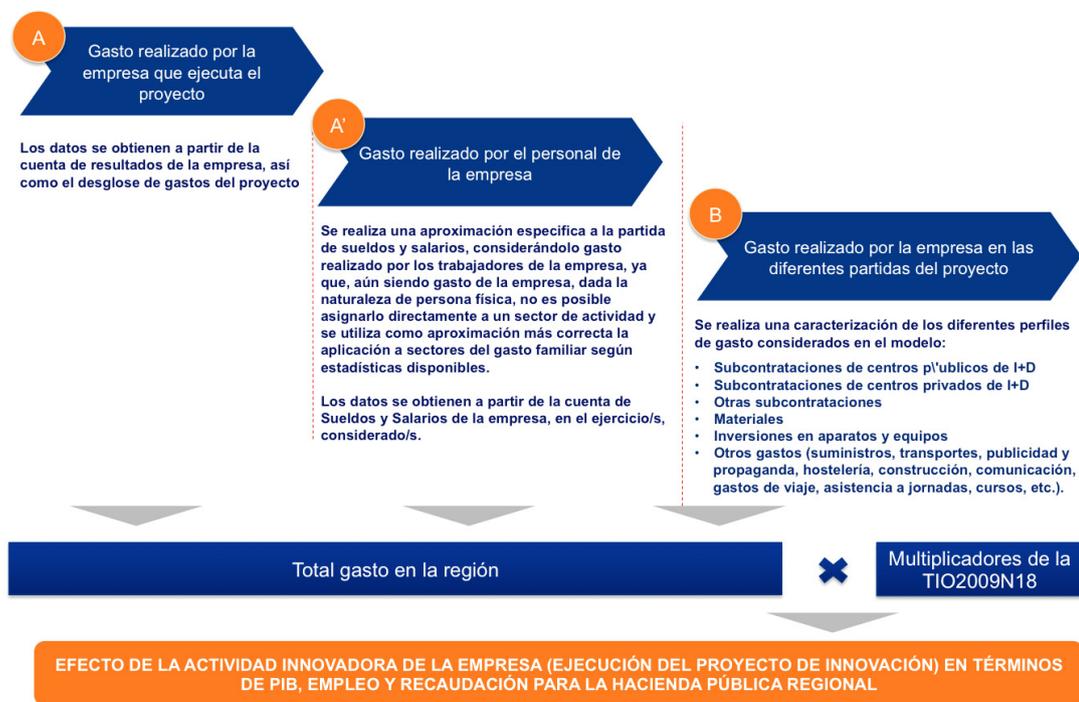


Figura 5.7: Estimación de los grupos de gasto. Fuente: Elaboración propia.

Caracterizados los gastos (origen y destino) del proyecto, la estructura de impacto económico del proyecto de innovación es la que muestra la Figura 5.8. El modelo parte de la estimación de los gastos derivados a la actividad de I+D+i del proyecto y de la empresa en el desarrollo del mismo, que generarán efectos directos, indirectos e inducidos: *inputs* del modelo de impacto económico.

- **Efecto directo (o inicial):** gastos incurridos por la empresa relacionados directa o indirectamente con el desarrollo del proyecto de I+D+i, así como por los distintos agentes con los que se relaciona. Agrupa el gasto directo que como consecuencia de la actividad de la empresa, realizan los distintos agentes con los que se interrelaciona, en el ámbito

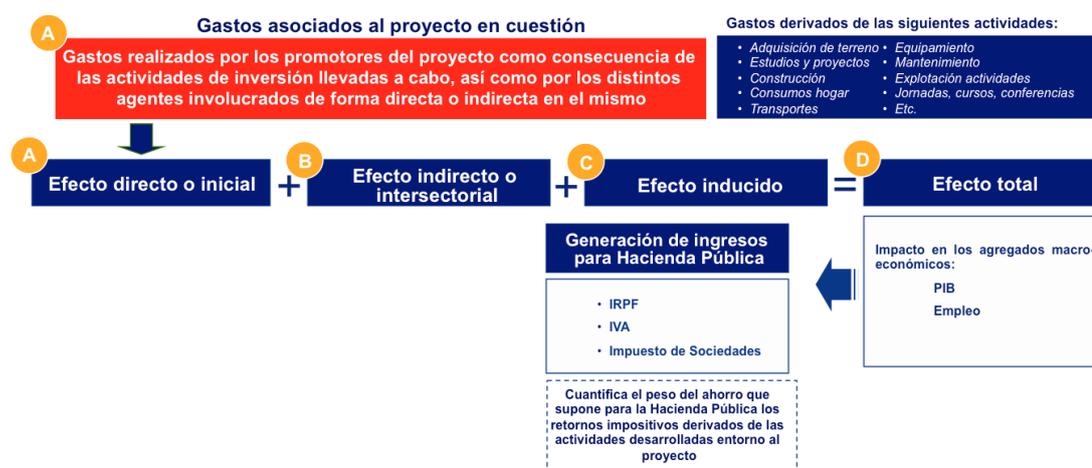


Figura 5.8: Fases de análisis del modelo de evaluación cuantitativa.: Elaboración propia.

temporal y espacial considerado. En este sentido, es fundamental definir claramente los límites de la actividad económica contemplada, así como las cuentas de gasto a considerar, que nos permitirán conformar la cadena de desembolsos económicos incurridos durante el espacio de tiempo analizado.

- **Efecto indirecto (o intersectorial):** efecto generado a través de los consumos intermedios de las empresas a sus proveedores, produciéndose sucesivas rondas de efectos en cadena, propagados por las interrelaciones económicas originalmente afectadas, y el resto de sectores económicos. Es lo que se conoce como “efecto multiplicador de la economía”. Agrupa el montante económico de los consumos intermedios que se producen como consecuencia de la realización de este gasto directo, utilizando para su cálculo los multiplicadores que se derivan de la TIO2009N18. Para ello, es preciso definir correctamente los sectores de actividad vinculados a la empresa, y construir sobre ellos los multiplicadores específicos que se vayan a utilizar.
- **Efecto inducido:** efecto producido como consecuencia del incremento de renta en los hogares, derivado de la actividad económica provocada por los efectos anteriores. Dicho incremento de renta puede ser en forma de

rentas del trabajo, o en forma de dividendos de las empresas y se traduce en consumo en función de la propensión a consumir de los hogares.

### Consideraciones al modelo de evaluación

Con objeto de centrar adecuadamente el modelo, es preciso caracterizar adecuadamente una serie de consideraciones previas acerca del mismo:

1. **Datos de origen.** Dado que el modelo trabaja con datos reales de gastos realizados por la empresa y los agentes con los que se relaciona, es necesario actualizar dichos datos al año del análisis (en este caso 2014) **en base a los índices de precios al consumo (IPC)** correspondientes (ver Cuadro 5.3).

2008	2009	2010	2011	2012	2013
95,464	95,190	96,903	100,000	102,446	103,889

Tabla 5.3: Índice de Precios al Consumo (IPC). Medias anuales. Fuente: [INE14]

2. **Costes de oportunidad.** El modelo no tiene en cuenta el coste de oportunidad de que la empresa haga inversiones en otras actividades, puesto que a efectos del impacto de un proyecto de I+D+i, lo que interesa es que la empresa pueda aportar la totalidad de capital requerido para la ejecución del mismo.
3. **Fuentes de información.** Para el cálculo del impacto económico del proyecto de innovación, es necesario obtener las cuentas anuales de la empresa o memoria anual de resultados, estadísticas públicas e información adicional que sea aportada por la empresa (bien a través de los correspondientes informes de justificación requeridos por la Administración pública como consecuencia de la concesión de un determinado incentivo, o bien información obtenida a través de fuentes secundarias o primarias — resultados del ámbito cualitativo de análisis —).

---

## Caracterización de los gastos

Para la caracterización de los gastos, vamos a considerar las siete categorías de gasto indicadas para el modelo — personal, subcontrataciones (públicas, privadas de I+D y otras subcontrataciones), materiales, inversiones en aparatos y equipos, y otros gastos (suministros, transportes, publicidad y propaganda, hostelería, construcción, comunicación, gastos de viaje, etc.)—. A tenor de lo señalado, caracterizamos las partidas como sigue:

- **Gastos de personal.** En el caso de los gastos de personal, se ha considerado que los ingresos percibidos por el personal son destinados a distintos sectores de actividad, en base a los presupuestos familiares de los hogares de la región, que son publicados por el Instituto Nacional de Estadística. Es decir, se ha considerado que los ingresos percibidos por las personas en concepto de sueldos y salarios se han distribuido en **vivienda, alimentación, bebidas alcohólicas, comercio textil, mobiliario, salud, transportes, comunicaciones, ocio, enseñanza, hostelería y Otros bienes y servicios**. En función del sector de destino del gasto, se aplicará un multiplicador u otro. En el caso de la parte de sueldos y salarios destinada a otros bienes y servicios, se aplicará el multiplicador correspondiente al de resto sectores de actividad.
- **Resto de partidas de gastos.** Se deben recoger de la siguiente forma:
  - No se deben considerar los impuestos asociados a los gastos<sup>7</sup>. De lo contrario, estaríamos cometiendo un error porque contabilizaríamos como gasto el impuesto correspondiente al mismo.
  - El valor de los gastos ha de actualizarse al año en el que se esté haciendo la evaluación. Es decir, pensemos por ejemplo en un proyecto de innovación que comenzó en el año 2010 y que se ha desarrollado durante dos ejercicios (2010 y 2011). Si la evaluación la realizamos en el año 2014, como apuntábamos en las consideraciones al modelo, debemos actualizar los gastos realizados en cada una de las

---

<sup>7</sup>especialmente el Impuesto de Valor Añadido

anualidades del proyecto al año donde estamos realizando la evaluación (2014), para que los indicadores calculados reflejen el valor actual de los mismos para ese periodo. Para ello, utilizamos como hemos visto las tablas del IPC que publica el Instituto Nacional de Estadística.

- Nos interesa conocer el impacto que el proyecto de innovación genera en la región donde se desarrolla. Por ello, el modelo caracteriza todos los gastos del proyecto, aunque sólo tendrá en cuenta a efectos de cálculo de impacto, aquellos gastos que hayan sido realizados en la región donde se ejecuta el proyecto.

### **Caracterización del Impacto en términos de aporte al PIB regional**

Para la caracterización del aporte al PIB haremos uso del modelo Input-Output que utiliza la TIO2009N18 elaborada. Para ello, es importante caracterizar adecuadamente como se imputan los gastos a las diferentes ramas (en este caso, sectores agregados) de la tabla:

- Los gastos de subcontrataciones públicas y privadas, se imputan de forma directa en la rama 58 (que en nuestra tabla agregada, corresponde al sector “servicios de empresas”).
- Los gastos relativos a los salarios de los trabajadores asignados a los proyectos se reparten en función de los presupuestos familiares de los hogares en los diferentes años (ver Cuadro 5.4).
- Los gastos en materiales, aparatos y equipos y otras subcontrataciones, en función de su naturaleza, se distribuyen a lo largo de las ramas productivas de la tabla (y posteriormente, se agrupan para obtener el formato TIO2009N18).

Una vez distribuidos los sueldos y salarios, así como los restantes gastos asociados, estamos en condiciones de calcular el Valor Añadido Bruto a precios básicos (ver ecuación 5.8), y a precios de mercado (ver ecuación 5.25). Siguiendo con la adaptación del modelo, a continuación necesitamos aplicar el

<b>Diversificación cesta de la compra vs. sector</b>	<b>Coefficientes asociados a cada sector</b>
Agricultura	1,404286
Energía	1,175985
Alimentación	1,064796
Textil	1,317036
Industria Química	1,170087
Otros productos no metálicos	0,576032
Metalurgia	0,841246
Maquinaria	0,831429
Equipo eléctrico	1,065513
Material de transporte	0,709762
Manufactura diversa	0,532321
Construcción	0,494286
Comercio y reparación	0,629365
Hostelería	3,165238
Transporte y comunicaciones	0,864505
Intermediación financiera	1,123538
Inmobiliarias y servicios a empresas	1,599333
Servicios de no mercado	0,340714

Tabla 5.4: Desglose de los gastos agregados promedio 2008-2011 en relación a las diferentes ramas productivas a las que afectan, y coeficientes de gasto asociados. Fuente: Elaboración propia

multiplicador del VAB asociado a cada una de las ramas. Para ello, hemos de resolver la ecuación 5.16, cuya solución, una vez que aplicamos posteriormente la ecuación 5.18, genera los multiplicadores necesarios para cada una de las ramas productivas de la Tabla. Por último, para el cálculo del Producto Interior Bruto (PIB), consultando la contabilidad nacional [INE14, INE] se obtiene que el coeficiente necesario para la transformación del VAB en PIB es **0,917<sup>8</sup>**.

De esta forma, es posible caracterizar el aporte al PIB que las actividades

<sup>8</sup>Para ello, es necesario agrupar las diferentes partidas de la Tabla de Contabilidad Nacional del PIB a precios de mercado y restarle la partida a impuestos.

desarrolladas en el proyecto (y que por tanto, han generado gasto efectivo en el proyecto), han generado.

### **Caracterización del Impacto en términos de empleo**

Para la caracterización del empleo, basta caracterizar el total de empleos de la TIO (Bloque III) y, conocido el total de empleos, es posible adaptar el multiplicador asociado a nuestro modelo, relacionando el  $VAB_{pb}$  con el total de empleo<sup>9</sup>. El procedimiento que seguimos es el siguiente:

1. Calculamos el valor del  $VAB_{pb}$  como sigue:

$$VAB_{pb} = \frac{VAB_{pm}}{PIB} \quad (5.25)$$

De esta manera, obviamos los efectos que los impuestos tienen en la partida.

2. De la Tabla de Contabilidad Nacional, caracterizamos el total de puestos de trabajo equivalentes.
3. Posteriormente, mediante la aplicación del análisis cualitativo (ver epígrafe 5.4.2), obtenemos el total de empleos creados (de forma directa).
4. Una simple división entre  $VAB_{pb}$  y total empleos equivalentes, arroja el valor de coeficiente a aplicar al cálculo del valor del empleo directo (creado y mantenido) y mantenido (de forma directa o indirecta). Para ello, se aplica este coeficiente al total de horas empleadas por los trabajadores de la empresa que ejecuta el proyecto de innovación y las horas establecidas en el convenio colectivo que la empresa tenga suscrito con el trabajador. Pensemos en el siguiente ejemplo: un proyecto de innovación ha sido desarrollado por 2 trabajadores en el que han invertido un total de 1.000 horas. Si el convenio colectivo que dichos trabajadores tienen suscrito con su empresa establece 1.960 horas / año, los empleos equivalentes para ese proyecto serán de:  $\frac{1,000}{1,960} = 0,51$  empleos equivalentes. El resto de empleos, serán empleos indirectamente mantenidos.

---

<sup>9</sup>Consideramos empleos totales como puestos de trabajo equivalentes

---

## Caracterización del Impacto en términos retornos a la Hacienda pública

---

Para el cálculo de este indicador cuantitativo, se utiliza como fuente de información los informes de recaudación tributaria de la Agencia Tributaria<sup>10</sup>, que recoge información completa de los diferentes impuestos asociados a la actividad empresarial:

- Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA)
- Impuesto de Sociedades
- Impuestos sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF)

Esta información global es necesario particularizarla para poderla aplicar al caso de un proyecto. Para ello, aunque es posible obtener información agregada de estas partidas a partir de las cuentas anuales de la empresa (es decir, mediante una pregunta directa a la empresa es posible obtener información que permita calcular una medida para el valor del Impuesto sobre sociedades), sobre el IRPF de los trabajadores y el IVA de las actividades, es necesario ajustar la información relativa al proyecto. Dicho ajuste vendrá determinado por la ecuación 5.26:

$$\mathbf{Retornos} = \sum_{i=1}^n \text{Gasto del proyecto} \cdot \text{IMP}_{PIB} \cdot \frac{T_j}{PIB} \quad (5.26)$$

Por ello, lo que hacemos es calcular el importe de los impuestos (directos e indirectos) que la ejecución del proyecto por la empresa tiene en un año. De esta forma, medimos la aportación que efectivamente genera el proyecto, calculando qué impacto tiene el gasto efectivamente realizado en el proyecto en el PIB regional.

---

<sup>10</sup>Dichos informes están accesibles a través de Internet en la web de la AEAT.

### Impacto cuantitativo global: información adicional

A pesar de que con los agregados macroeconómicos descritos anteriormente podríamos caracterizar completamente el impacto, dado el objetivo de la tesis, parece adecuado presentar algunos indicadores que presenten la información de manera agregada para el *Policy Maker*. Para ello, definimos los siguientes indicadores:

$$\text{euros generados por cada euro gastado} = \frac{\text{Aportación al PIB}}{\text{Gasto total}} \quad (5.27)$$

$$\text{euros generados en la región por cada euro gastado} = \frac{\text{Aportación al PIB}}{\text{Gasto total en la región}} \quad (5.28)$$

#### 5.4.2. Desarrollo de la dimensión cualitativa

Como veíamos al comienzo de la sección (5.4), al objeto de caracterizar los efectos que el proyecto genera en la empresa, llevamos a cabo la construcción de un cuestionario que incidiera en los cinco ejes de desarrollo de una empresa en los que tiene impacto la ejecución de un proyecto. El cuestionario se compone de un conjunto de preguntas que permiten caracterizar un total de **54 indicadores** y que inciden en todo el ciclo de generación de una innovación, tal y como muestra la Figura 5.9.

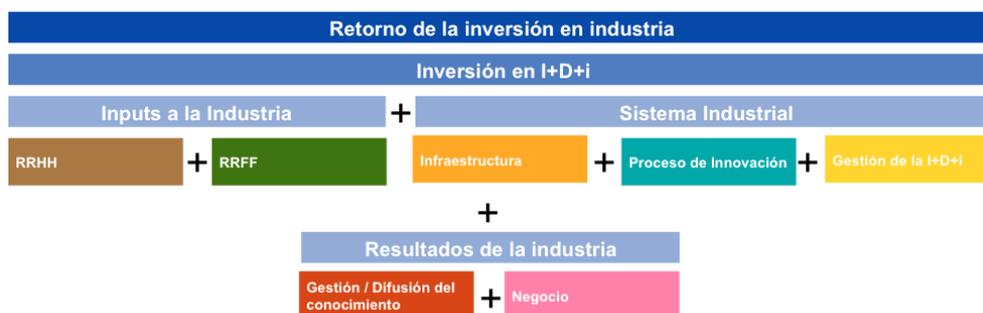


Figura 5.9: Fases del proceso de generación de innovaciones.: Elaboración propia.

En este epígrafe vamos a introducir cada uno de los indicadores, su descripción y el rango de valores que puede adoptar. Es importante destacar que,

---

dado que es información que se recoge directamente con la empresa, para evitar sesgos en cuanto a la caracterización de la información, se realizan entrevistas de control a los responsables del proyecto en la empresa (tanto responsable técnico como financiero) — presenciales o telefónicas — a un conjunto de la muestra del 30 % siguiendo criterios ABC como: **costes del proyecto, tiempo de ejecución del proyecto, número de socios del proyecto y resultados comercializados.**

- **Cultura.** Este área de impacto de la empresa incide de forma especial en los recursos humanos de la empresa, por lo que la caracterizamos con las siguientes áreas de análisis:

- *Cultura de innovación*

1. Ejecución de proyectos de I+D e I+D+i. Este indicador dicotómico<sup>11</sup>, trata de conocer si la empresa participa o no en proyectos de innovación o I+D antes de la ejecución del proyecto bajo análisis.
2. Cartera de proyectos de I+D ó I+D+i. Este indicador representa — en % — el peso que los proyectos de I+D ó I+D+i tienen sobre el total de la empresa.

- *Recursos Humanos*

1. % del personal de la empresa dedicado a las actividades de I+D o I+D+i del proyecto.
2. Contratación de personal para actividades de I+D ó I+D+i del proyecto.

- *Colaboración*

1. Mejora de la cooperación con organizaciones del sector público (OPIs<sup>12</sup>, Universidades, Centros Tecnológicos, etc.).
2. Mejora de la cooperación con organizaciones del sector privado.
3. Número de socios del proyecto privados participantes en el consorcio.

---

<sup>11</sup>Una variable es dicotómica cuando únicamente puede tomar dos valores: 0 ó 1.

<sup>12</sup>Organismos Públicos de Investigación

4. Número de socios públicos (OPIs, Centros Tecnológicos, Universidades, etc.) participantes en el proyecto.
5. Mejora de la cooperación con organizaciones públicas a nivel internacional.
6. Mejora de la cooperación con organizaciones privadas a nivel internacional.
7. Mayor predisposición a llevar a cabo proyectos en consorcio.

### ■ **Gestión**

#### ● Formación

1. % de personal formado en aspectos vinculados con la innovación tras la ejecución del proyecto en alguna de las siguientes áreas: planificación estratégica, gestión, ejecución de proyectos de innovación y explotación de los resultados.
2. Acceso a datos y material de otros proyectos de I+D e I+D+i.

#### ● Gestión del Talento

1. Aumentar la capacidad de atracción y contratación de personal científico-técnico en la organización.

#### ● Consolidación del proceso de innovación

1. Desarrollar la estructura interna del departamento de I+D+i, esto es, crear equipos de investigación estables para la realización de futuros proyectos (dentro de la empresa, Universidades, OPIs, etc.).

#### ● Financiación

1. Establecimiento de un presupuesto para innovación dentro de los presupuestos de la empresa.
2. Conocimiento y aprovechamiento de las deducciones fiscales por I+D+i.

### ■ **Estrategia**

#### ● Modelo de Negocio

1. Redefinición del modelo de negocio de la empresa como consecuencia de la ejecución del proyecto de I+D ó I+D+i.

2. Elaboración (o actualización) del Plan de Innovación de la empresa.

- Cooperación

1. Grado de conocimiento anterior de los socios con los que participaba en el proyecto.
2. % de socios que participan en el proyecto con los que no había participado anteriormente en ningún proyecto de I+D ó I+D+i.
3. Grado de interés en participar en proyectos de cooperación internacional de mayor envergadura (Horizonte 2020, etc.).

- Orientación estratégica

1. Cambio en la percepción del valor / necesidad de la I+D+i para el desarrollo de la empresa.
2. Variación del presupuesto para innovación en la empresa tras la realización del proyecto.
3. Cambio en la orientación estratégica de la empresa.
4. Percepción de la necesidad / importancia de la I+D+i para el desarrollo de la empresa.

- **Resultados.** Para caracterizar este área de impacto, la dividimos en tres sub-áreas, dado que aquí se engloban tanto la generación de nuevo conocimiento, la transferencia del mismo, y la explotación final de los resultados, cuyo fin es diferente, y por tanto, requieren un tratamiento especial.

- Generación de nuevo conocimiento

1. Apertura de una nueva línea de investigación como consecuencia de los resultados del proyecto.
2. Fortalecimiento de la línea de investigación existente que da lugar al proyecto (incorporación de profesionales, dotación de recursos económicos o materiales, etc.).
3. Patentes generadas como resultado del proyecto.
4. Artículos publicados en revistas SCI.
5. Publicaciones empresariales o de cualquier tipo.

6. Definición y ejecución de proyectos de mayor envergadura y dificultad tecnológica.

- Transferencia de conocimiento

1. Acuerdos de transferencia de tecnología firmados.
2. Propensión a la protección de los resultados de innovación obtenidos.
3. Desarrollo de mayores capacidades para el desarrollo conjunto de proyectos con la industria / ámbito público.
4. Acuerdos de colaboración con algún socio del proyecto más allá del marco del proyecto de innovación.
5. Porcentaje de continuidad de colaboración con los socios del proyecto de innovación.

- Explotación de resultados

1. Capacidad de comercialización del resultado del proyecto de I+D+i.
2. Introducción en el mercado de un nuevo producto o servicio.
3. Apertura de nuevas líneas de negocio.
4. Apertura de nuevos mercados.
5. Cesión o venta de una patente.
6. Explotación propia o compartida (mediante un tercero), de la patente.
7. Establecimiento de acuerdos o JV (*Join Ventures*).
8. Creación de nuevas empresas.
9. Reinversión de parte de los beneficios de I+D ó I+D+i.
10. Rentabilización de los proyectos de I+D e I+D+i.
11. Recuperación de la inversión realizada en el proyecto de I+D+i.

- **Relaciones con terceros**

- Imagen de la empresa

1. Presencia en medios de comunicación ON LINE (redes sociales, blogs, etc.).

2. Presencia en medios de comunicación OFF LINE (prensa, radio, televisión).
  3. Difusión de los resultados del proyecto a través de medios digitales.
- Relación con los agentes del SRI<sup>13</sup>
    1. Pertenencia a alguna asociación empresarial con motivo de la realización del proyecto de I+D+i.
    2. Acuerdos de colaboración con Centros Tecnológicos, Parques Tecnológicos, etc. como consecuencia de la realización del proyecto (para la realización de nuevos proyectos, acceso a personal cualificado, etc.).
    3. Participación en jornadas, ferias, seminarios, eventos promovidos por agentes del SRI.

### 5.4.3. Articulación de ambas dimensiones de la evaluación

Consideramos que la manera de lograr una evaluación holística es articulando los aspectos cualitativos y cuantitativos arrojados por las encuestas y las tablas de Input/Output dentro de la totalidad del tiempo de evaluación, es decir, considerando los tres momentos expuestos más arriba. Un enfoque mixto, que considere tanto los aspectos cualitativos como los cuantitativos, resulta de particular interés a la hora de afrontar las complejidades del análisis socioeconómico de un fenómeno como el impacto de un proyecto de I+D. Por tanto, tomaremos el concepto de triangulación desarrollado por [Jic79] para poder dar cuenta de este tipo de enfoque.

La triangulación puede ser útil a la hora de afrontar un análisis con este grado de complejidad. La misma consiste en la utilización simultánea de diferentes procedimientos de indagación en pos de obtener un resultado integral que permita evaluar efectivamente el impacto del proyecto llevado a cabo. Los resultados finales del análisis, que son recopilados en el momento EX-POST de la evaluación, deberán ser confrontados para obtener conclusiones que deriven

de dicha confrontación. Así, en un informe final serán considerados tanto los aspectos cualitativos como los cuantitativos.

Según [Jic79], la triangulación es útil para la investigación científica, ya que la corroboración o confirmación de una hipótesis a partir de metodologías de diferente naturaleza es mucho más fuerte que la llevada a cabo por una sola metodología. Sostenemos, entonces, que la culminación de la evaluación iniciada en el momento EX-ANTE no se alcanza hasta lograr una articulación (obviamente en un momento EX-POST) entre los resultados de ambos análisis, el cualitativo y el cuantitativo. Es sólo mediante esta articulación que se puede lograr un análisis integral que permita discernir hasta qué punto la planificación del proyecto ha sido o no exitosa y qué beneficios produjo la realización del mismo (tanto en términos de resultados como de impactos).

Por tanto, proponemos la extrapolación de la triangulación desarrollada por [Jic79] en el terreno epistemológico al análisis empírico del impacto de las políticas de I+D e I+D+i para obtener resultados integrales del mismo. Generalmente, como hemos visto en la sección 5.4, este tipo de análisis se centra en la aplicación de modelos de carácter cuantitativo, pues es mucho más simple evaluar la efectividad de dicho impacto a través de variables cuantitativas y obtener, mediante las mismas, resultados objetivos.

En este sentido, es fácil defender los modelos derivados de una epistemología de carácter positivista, los cuales hacen hincapié en la objetividad que arrojan las variables numéricas sin que éstas se confundan con la opinión o el recorte del evaluador y/o de los agentes involucrados en las políticas que nos ocupan. Es por eso que se ha insistido frecuentemente para la realización de este tipo de evaluaciones en modelos capaces de medir variables cuantitativas y compararlas, en lugar de realizar un análisis integral no exento de un diagnóstico de carácter cualitativo.

Sin embargo, entendemos que el análisis del impacto de un proyecto de innovación debe dar cuenta de la mejora continua generada por la propia realización del proyecto en pos de una mejora en lo respectivo a la gestión de calidad. En otros términos, se trata de averiguar cuánto se ha mejorado y cómo se puede mejorar más a partir de la puesta en marcha de un determinado proyecto (o política, a nivel más general). Consideramos que esto es posible

mediante un análisis mixto u holístico en el que se consideren tanto variables de carácter cuantitativo como variables de carácter cualitativo.

En efecto, la primera pregunta a la que debemos responder mediante la evaluación de impacto, es decir **¿cuánto se ha mejorado?**, requiere de un análisis cuantitativo, mientras que la segunda, **¿cómo es posible mejorar más?**, debe considerar variables del tipo cualitativo [Jic79].

Claro está que, consideradas por sí solas, las herramientas cualitativas de medición de impacto (según nuestra metodología, la encuesta diseñada) no nos permiten obtener conclusiones objetivas acerca de los impactos del proyecto. Pero, cabe destacar, que poseen para nosotros una peculiar importancia, pues los resultados de evaluación de impacto de ven fuertemente enriquecidos mediante su integración con herramientas cuantitativas [MAG<sup>+</sup>03, Mon05]. En efecto, tal como hemos sostenido previamente, sólo es posible realizar un diagnóstico y responder a la pregunta de cómo se puede mejorar más si se tienen en cuenta las posibles mejoras a nivel cualitativo.

Las contribuciones de métodos cualitativos, como ser las encuestas, son capaces de aportar datos relevantes en la etapa final de la evaluación. En efecto, la interpretación adecuada de los datos estadísticos arrojados por los métodos cuantitativos de evaluación de impacto requiere, generalmente, de entrevistas focalizadas a los beneficiarios capaces de aportar importante información interpretativa que dé cuenta de los procesos llevados a cabo para lograr las mejoras que se pretendían lograr mediante la ejecución del proyecto de innovación en cuestión.

Es por estos motivos que, además del análisis de los aspectos cuantitativos de la ejecución de un proyecto de I+D+i, consideramos necesario otros métodos, a decir cualitativos, que nos arrojen otra mirada respecto a los resultados obtenidos, en pos de dar cuenta fielmente de cómo se han beneficiado ciertos sectores a partir de la ejecución de dicho proyecto.

Como hemos comentado anteriormente, utilizamos un modelo Input-Output para la parte cuantitativa de nuestra evaluación ya que a partir de él es posible obtener una descripción sintética de la economía de una región o país, cuantificando los niveles de producción de los diversos sectores, los cuales satisfacen

determinados niveles de consumo e inversión. De este modo, es posible, a partir del incremento de la demanda, proyectar las necesidades de producción de una determinada economía. En otras palabras, lo que permite el modelo en cuestión es obtener los multiplicadores de contabilidad social de una región o país determinado, pudiéndose de esta manera, recoger todos los flujos del dinero de los diferentes sectores. De este modo, nos es posible realizar un análisis de gastos en I+D, midiendo los agregados macroeconómicos como el PIB, el empleo y los impuestos.

Sin embargo, consideramos necesario ampliar nuestro análisis mediante el empleo de cuestionarios capaces de dar cuenta de los aspectos cualitativos que, en el análisis cuantitativo, se pierden. De hecho, es mediante estos cuestionarios que podemos recoger el impacto efectivo que ha supuesto en las empresas evaluadas realizar un determinado proyecto, más allá de los resultados cuantitativos obtenidos en la región o país en donde el mismo se llevó a cabo. El análisis cualitativo viene, entonces, a dar sentido a la evaluación, permitiendo un análisis integral del proyecto de I+D y dando cuenta del modo en que tanto la empresa (beneficiario) como la sociedad (Administración Pública, tejido empresarial, etc.) enfrentan sus impactos y procesos.

### 5.5. Evaluación del impacto de la innovación desde la perspectiva política y pública

Una vez introducidas las principales técnicas y métodos para la evaluación de impactos en salud — coste-efectividad, coste-utilidad, etc. — en esta sección se va a proponer un método para poder estimar el impacto económico que la introducción de una nueva innovación tiene sobre el sistema sanitario. Es importante destacar que este método **no pretende sustituir en ningún momento el análisis coste-efectividad o coste-utilidad de la innovación**, ya que como hemos visto a lo largo de nuestra investigación, es condición *sine qua non*. El modelo pretende, de forma paralela, analizar en términos monetarios el impacto de la introducción de una nueva innovación.

A continuación, la Figura 5.10 muestra el modelo desarrollado, así como

las diferentes secciones de análisis de las que consta.

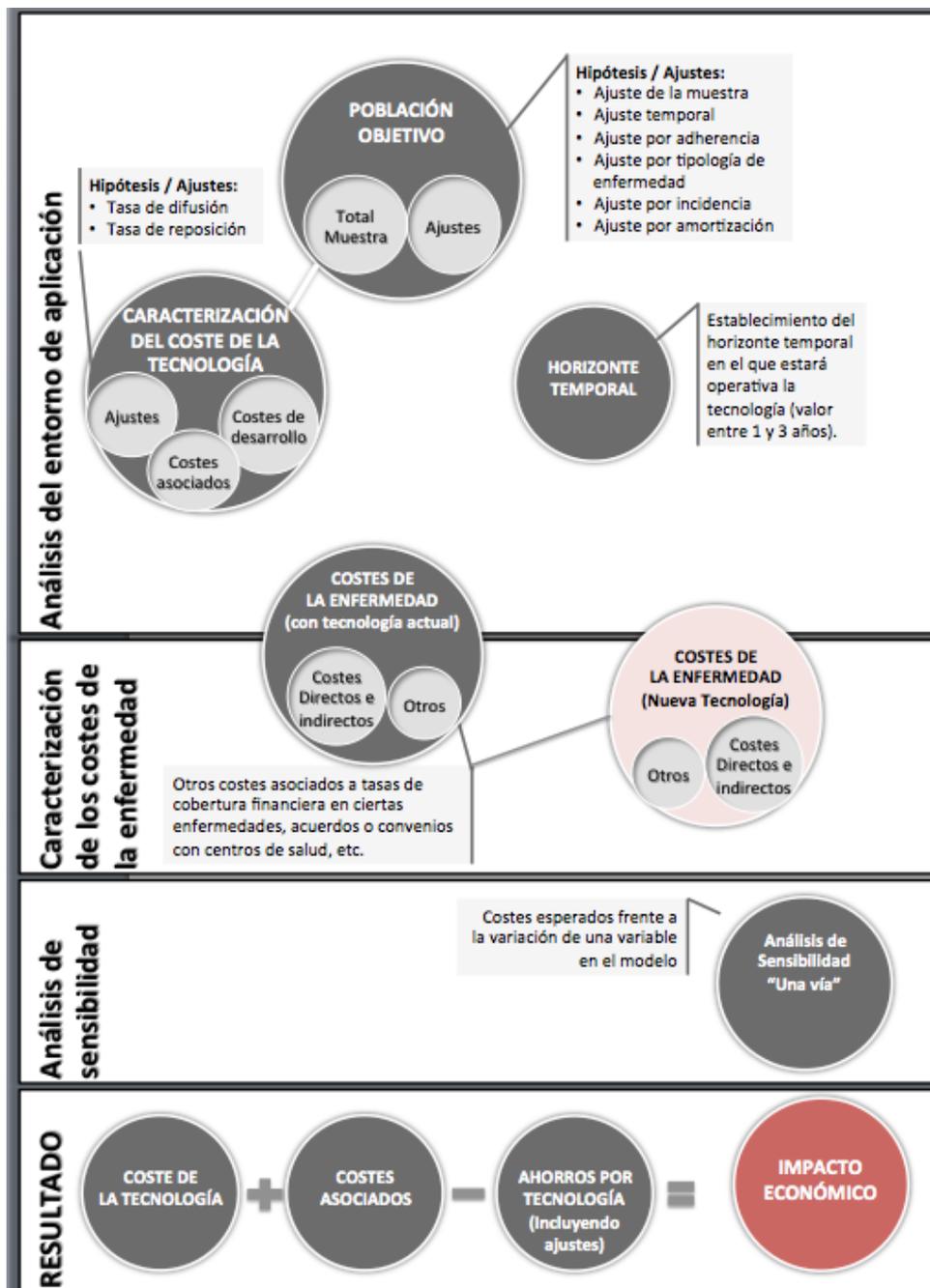


Figura 5.10: Cálculo del impacto económico según las características de los costes y supuestos considerados en el modelo. Fuente: Elaboración propia.

Una vez introducido el modelo, procedemos a describir cada una de las secciones del modelo:

1. **Análisis del entorno de la aplicación.** Esta sección del modelo caracteriza el entorno donde se tiene intención de introducir la nueva tecnología. Para ello, es necesario definir adecuadamente tanto la muestra sobre la que se va a realizar la medición, el horizonte temporal del análisis, así como la caracterización de la tecnología en términos de coste, funcionalidades y requerimientos. A continuación describimos en profundidad cada uno de estos bloques:

- *Población objetivo.* Es fundamental poder caracterizar adecuadamente la muestra sobre la que se desea realizar el estudio. En el caso de introducción de tecnología vinculada a las TICs, es conveniente además que la caracterización de la muestra sea un perfil epistemológico estratificado en franjas de edad y sexo, ya que la utilización de la nueva tecnología por parte de cada una de las diferentes franjas, será diferente (y por tanto, será necesario realizar los ajustes correspondientes en el modelo). Es importante también conocer la tasa de incidencia y prevalencia de la enfermedad.

Típicamente, las instituciones sanitarias cuentan con registros de información sobre las diferentes enfermedades que permite caracterizar adecuadamente una muestra [CMPTD<sup>+</sup>14]. No obstante, a partir de fuentes como [MdS14] y la literatura, es posible estimar los datos necesarios para la configuración de la muestra. Una vez definida, el modelo incorpora la capacidad de poder someter la misma a diferentes ajustes que permitan comparar diferentes escenarios de aplicación. Es posible considerar multitud de ajustes, aunque los más relevantes para nuestra investigación son los siguientes:

- Ajuste por tipología de enfermedad. No es lo mismo tratar una enfermedad aguda que una crónica, y por tanto, este coeficiente permite ajustar este parámetro para poder aplicar el modelo en ambas tipologías.
- Ajuste por adherencia, ya que al tener una muestra epistemológica, la totalidad de los pacientes no van a seguir ade-

cuadramente el tratamiento con la tecnología. La fuente de información para caracterizar este ajuste es la literatura, o la experiencia del equipo sanitario.

- Ajuste por amortización o cobertura. En general, el modelo se desarrolla para que sea utilizado por el decisor público (lo que implica que típicamente la cobertura que un tratamiento recibe por parte de la sanidad privada es nula), aunque a través de este ajuste es posible establecer el análisis considerando una aportación en términos de cobertura económica de un tercero.
- *Horizonte temporal.* Es importante establecer el horizonte temporal que permita poder incorporar todos los aspectos del modelo y poder caracterizar adecuadamente el análisis. No obstante, es importante destacar que en el caso del estudio de una tecnología, un tiempo excesivamente amplio (más de 12 meses), implica la necesidad de establecer ajustes en el bloque de caracterización de la tecnología relativo a obsolescencia tecnológica.
- *Costes de la tecnología.* Como vimos en la subsección 5.4.1, la innovación es caracterizada no sólo a nivel funcional y técnico (vinculado al cumplimiento de los objetivos técnicos y clínicos requeridos), sino también en términos de costes asociados a su desarrollo. Entre ellos, cabe destacar los siguientes:
  - Costes de fabricación. Da cuenta de los gastos relativos a personal dedicado al desarrollo de la innovación, subcontrataciones (a organismos públicos y privados de I+D e I+D+i, otras subcontrataciones), materiales, inversiones en aparatos y equipos, así como las partidas englobadas en otros gastos (suministros, transportes, publicidad y propaganda, hostelería, construcción, comunicación, gastos de viaje, etc.).
  - Coste de adquisición. Será el coste que el que el Sistema Público de Salud pagará por la incorporación de la tecnología. En caso de que hubiera licencias asociadas a la tecnología, se considera incluido el coste de las licencias para el primer año de funcionamiento.
  - Costes adicionales. En esta partida englobamos todos los costes

asociados de forma directa o indirecta a la utilización de la tecnología, tales como: coste de formación del personal sanitario, del paciente, coste de mantenimiento de la tecnología (durante el ciclo de vida de la misma), coste de reposición de la tecnología (por avería u obsolescencia tecnológica), así como el coste de reemplazo de tecnología.

- **Ajustes.** Esta partida actúa como cajón de sastre para dotar de estabilidad al modelo. En ella se caracteriza tanto la tasa de reposición de tecnología y la tasa de difusión de la tecnología<sup>14</sup>.

2. **Coste de la enfermedad.** Establecido el marco de análisis, es necesario cuantificar — en términos de costes — la enfermedad para la que se introduce la tecnología. De esta forma, estaremos en condiciones de obtener aquellos puntos de verificación que muestran qué costes de la enfermedad es posible disminuir manteniendo el nivel de atención clínica y resultados. Para ello, el modelo analiza dos situaciones:

- Caracterización de los costes medios de tratamiento de la enfermedad (sin la introducción de la tecnología). Mediante análisis de fuentes secundarias [MdS14] y el establecimiento de un cuadro de costes siguiendo las directrices de [LOA<sup>+</sup>10], es posible caracterizar, en términos de coste las principales partidas que componen el coste de la enfermedad: consultas médicas, pruebas diagnósticas, traslados a centros de salud, urgencias, hospitalizaciones, intervenciones quirúrgicas, etc.
- Caracterización de los costes medios de tratamiento de la enfermedad (introduciendo la tecnología). Este escenario cuantifica mucho mejor la estimación de costes asociados a la enfermedad, dado que los datos se obtienen *ex-post*.

Conocidos ambos costes, obtener la diferencia en ahorros sólo en el coste

---

<sup>14</sup>Definida como la tasa progresiva de sustitución del tratamiento actual respecto a la nueva tecnología [GCPR<sup>+</sup>11]. Este último ajuste — tasa de difusión — es especialmente importante en el caso de tecnologías de la información, porque no todos los pacientes van a utilizar la tecnología en el mismo momento, y permite ajustar el ciclo al ritmo de introducción de la tecnología en el sistema sanitario.

---

de la enfermedad (CE) es inmediato:

$$CE = CE_{\text{Antes de introducción}} - CE_{\text{Después de introducción}} \quad (5.29)$$

- 3. Análisis de Sensibilidad.** El objetivo de este tipo de análisis es describir como afectará al resultado obtenido, un cambio en uno o varios parámetros (normalmente los que generan mayor incertidumbre) que tienen mayor influencia en el estudio. Para llevar a cabo este tipo de estudios, normalmente es necesario “modelar” el escenario a simular, utilizando herramientas informáticas, de forma que sea posible obtener dichos cambios ante cambios de los parámetros. [Rub00, Rub90]. El modelo prevé la utilización de un Modelo de Markov que incorpore un análisis determinístico sobre el escenario de simulación de la enfermedad (que es donde queremos probar la tecnología), obteniendo los resultados en términos de coste-efectividad y coste-utilidad.
- 4. Resultado.** Este bloque final sintetiza los principales resultados obtenidos en cada uno de los bloques del modelo, de forma que sea posible obtener un resultado económico (es decir, euros) que permitan al *Policy Maker* información adicional para la toma de decisiones.

# Capítulo 6

## Aplicación a un caso real

*Ganarás la luz con el dolor de tus ojos*

León Felipe.

Este capítulo muestra la evaluación práctica de las distintas propuestas presentadas en esta tesis. Las dos contribuciones principales a nivel teórico y práctico, es decir, el **marco teórico de evaluación de impacto económico de la introducción de una tecnología en el ámbito sanitario** y el **método de evaluación del impacto de la innovación** (en este caso, tecnológica) **en el tejido productivo de una región**, respectivamente, son evaluadas a través de su aplicación al análisis del impacto de la introducción de una aplicación móvil desarrollada por [CMPTD<sup>+</sup>14] con el fin de permitir que los pacientes de enfermedades cardíacas puedan autogestionar sus propias condiciones.

Dado el doble enfoque del análisis, se construye un estudio multicaso, que integra por un lado un análisis del impacto económico *ex-ante* de la introducción de la aplicaciónn móvil en una muestra de pacientes similar a la obtenida por [NRDJFZ<sup>+</sup>12], y por otro, el análisis del impacto económico (*ex-post*) del proyecto de innovación que da lugar a dicha aplicación móvil.

La aproximación investigadora que hemos seguido a lo largo de la tesis, da una gran importancia a la validación de las propuestas en entornos reales. Por ello, los resultados obtenidos de dicha evaluación, además de contribuir al

refinamiento de las propuestas, se consideran una contribución experimental, tal como se planteó en los objetivos de esta tesis, en el capítulo primero (Obj. 6 y contribución C3).

## 6.1. Introducción

En este capítulo vamos a mostrar la evaluación del modelo planteado en esta tesis: el modelo de evaluación del impacto de la tecnología en el sector sanitario, presentado en el capítulo 5 y principal contribucion teórica de la tesis; el metodo de evaluación del impacto socio-económico de la innovación en el tejido productivo de una región y principal contribucion practica de la misma; y otras propuestas incluidas en las anteriores, como la clasificacion de métodos de cálculo del impacto presupuestario o económico en el ámbito sanitario, la caracterización de modelos y la herramienta INNPACTA, usada como apoyo al método.

La evaluación de estas propuestas en su contexto real es primordial atendiendo al enfoque que hemos seguido durante la tesis, enfatizando al interdependencia entre lo social y lo empresarial, de forma que cada uno de ellos complementa y enriquece al otro. Esto nos ha llevado a realizar la evaluación de las propuestas a partir de su aplicación en casos reales, utilizando para ello como instrumento dentro del proceso de evaluación el método del estudio de casos.

El estudio de casos [Sta98, Mar12] es un método que desde una aproximación interpretativo-narrativa plantea el análisis en profundidad de aspectos concretos en situaciones particulares. Al combinar el estudio de casos con la necesidad de aplicar, y por tanto, evaluar, las propuestas de forma incremental (siguiendo el proceso metodologico planteado en la Figura 6.1, nos encontramos con la realización de varios casos relacionados entre sí, para la evaluación de las propuestas de la tesis.

Por todo ello, se ha optado por el diseño de un caso de estudio global (o multicaso de estudio) o estudio de caso multiple [Sta06], donde la evaluación realizada en cada subcaso, se convierte en un caso concreto. [Sta06] afirma que

para poder entender y comprender en profundidad la cuestión central y común a todos los casos (que denomina *quintain*) que forman el multicaso, cada uno de ellos tendrá una función diferente.

Es decir, cada estudio de caso servirá para dar respuesta a una parte de nuestro *objetivo principal*, y necesita de los demás casos para ofrecer una visión más completa del problema de estudio. Además, según nuestro enfoque, cada estudio de caso debe plantearse en un entorno real diferente, es decir, con distintos participantes y grados de experiencia, tanto entre el *Policy Maker* y paciente por un lado, y entre el tejido empresarial y administración por el otro, que permitan evaluar las propuestas ante diferentes formas de interaccionar.

Además de su función como instrumento para la validación del modelo de evaluación económica de la innovación que se propone en la tesis, el multicaso de estudio constituye una contribución experimental de la propia tesis (ver sección Objetivos, contribución C4), al incluir la descripción de dos ejemplos concretos de la aplicación de una estrategia innovadora de evaluación del impacto económico que supone la introducción de tecnología en el sector sanitario, así como de los resultados obtenidos con ello.

El multicaso ha sido seleccionado entre las aplicaciones desarrolladas en el ámbito m-health, fruto de un proyecto de innovación financiado bajo el marco INNPACTO. Cada uno de estos casos de estudio tiene agentes diferentes y objetivos distintos, pero que en conjunto permiten obtener de forma global el impacto que el desarrollo de una innovación en el campo de la sanidad, tiene tanto para la ciudadanía (pacientes y usuarios de la aplicación), como para la economía (Administración Pública y tejido empresarial).

Por ello, cada estudio de caso tiene una función diferente que lo hace particular, y sirve para iluminar una parte del fenómeno objeto de estudio. Al multicaso le etiquetamos como “INNPACTA”, y está formado por dos estudios de caso, que denominamos INNPACTA-1 e INNPACTA-2, tal y como muestra la Figura 6.1.

Para la presentación de resultados de la investigación llevada a cabo en la tesis, se opta por realizarlo de la siguiente forma:

- Caracterización del caso global de estudio (multicaso), los antecedentes

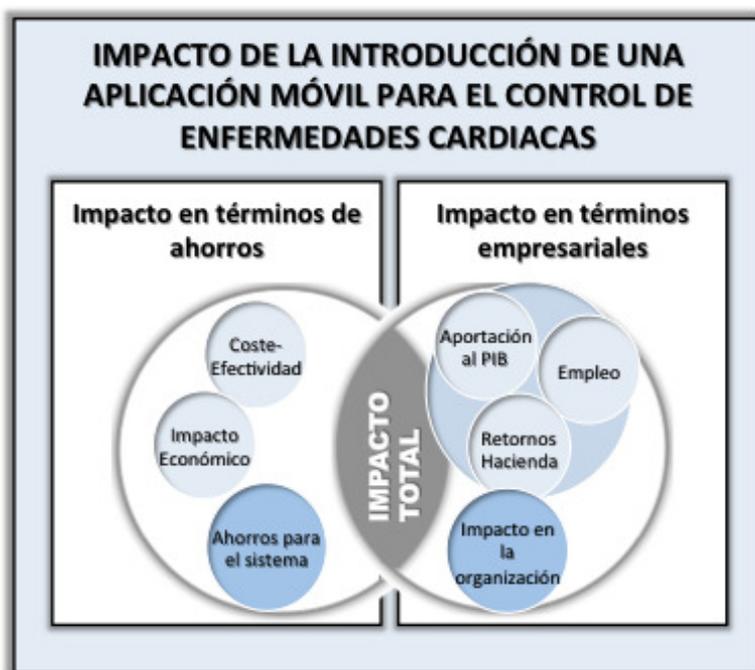


Figura 6.1: Descripción del multicaso de estudio INNPACTA. Fuente: Elaboración propia

del mismo, objetivos a desarrollar, las herramientas de apoyo utilizadas y las fuentes de datos empleadas para la evaluación del mismo.

- Análisis del caso INNPACTA-1 correspondiente al análisis coste - efectividad de la introducción de la herramienta CardioManager en una muestra de enfermos crónicos de insuficiencia cardiaca en Castilla y León.
- Análisis del caso INNPACTA-2 correspondiente al impacto de la innovación en el tejido empresarial de la región, en base a la caracterización del modelo de análisis de impacto formulado en la tesis.
- Por último, una vez obtenidos los resultados de cada análisis, se realiza un análisis final de casos cruzados o *cross case* [Sta06, Mar12], que permitirá responder a las cuestiones que componen el multicaso.

## 6.2. El caso de estudio global INNPACTA

La estructura general del caso global (multicaso) se muestra en la Figura 6.1. Formado por dos estudios de caso, cada uno de ellos tiene un objetivo diferente, un público objetivo diferente y un método de resolución diferente. Sin embargo, para que podamos obtener una visión completa del problema de evaluación, ambos casos son necesarios. El denominado cruce de casos [Sta06, Mar12] llevará a resolver el objetivo del caso global.

En nuestro caso global de estudio INNPACTA, el objetivo que pretendemos conseguir se formula como: **“¿Es capaz el método de evaluación de tecnología en el sector sanitario propuesto determinar el impacto económico y social de la innovación, tanto en términos de ahorros para los *Policy Makers* y generación de valor para empresas y ciudadanos?. O dicho de otra manera, “¿Es posible proporcionar al *Policy Maker* información útil para la toma de decisiones en la introducción de una innovación en el sector sanitario que, complementando los requerimientos clínicos necesarios, favorezca el ahorro de costes y fomente la innovación en el territorio?”.**

Desde esta perspectiva, se plantea una evaluación estructurada a partir de un conjunto de elementos asociados a determinados aspectos derivados del objetivo principal a obtener. Por ello, es importante desgranar el objetivo global en propuestas y ver en qué medida, contribuyen a la consecución del mismo. Por último, todo ello se debe de manejar de forma dinámica, es decir, durante el desarrollo de la aplicación del modelo de evaluación tanto a nivel de colectivo de uso (pacientes) como en la región, por tanto, en distintos contextos, y siendo capaz de adaptarse a las situaciones que se vayan planteando.

Estas propuestas de evaluación se concretan a través de las preguntas informativas, que establecen así los límites del estudio, y responden a la necesidad de ir profundizando en el caso, permitiendo establecer una reducción de datos imprescindible desde la aproximación seguida. Por ello, como indica [Mar12] las preguntas, igual que los temas, van evolucionando al ir avanzando dentro de un caso, y de un estudio de caso al siguiente.

En nuestro caso, las preguntas que definen el caso global de estudio son

las siguientes:

1. ¿Es capaz el método de evaluación de tecnología en el sector sanitario propuesto determinar el impacto económico y social de la innovación, tanto en términos de ahorros para los *Policy Makers* y generación de valor para empresas y ciudadanos?.
2. ¿La información extraída en el análisis de gastos del modelo de evaluación de impacto económico desarrollado en esta tesis, puede dar apoyo a los *Policy Makers* en la mejora de las intervenciones públicas?.
3. ¿Es posible medir en términos económicos el impacto económico y social que produce la innovación en el ámbito sanitario?.
4. ¿El modelo de evaluación de impacto permite la adaptación a diferentes escenarios de evaluación?.

La primera pregunta centra su interés el lado del **decisor político**, con el objetivo de comprobar la utilidad de las propuestas de la tesis para dar información de apoyo a un decisor político en la implantación de una intervención pública (en este caso, implantación de tecnología). La segunda, amplía el alcance del anterior, ya que busca obtener si con la caracterización del gasto que es objeto de análisis en el modelo, es posible llevar a cabo actuaciones paralelas para la mejora de la prestación de los servicios sanitarios (por ejemplo: rediseñando los procedimientos clínicos de determinada patología, optimizando el gasto en determinadas partidas, etc.). La tercera, va más allá en el análisis, al centrarse en un nivel global de estudio, ya que persigue caracterizar el efecto global de la innovación en el ámbito sanitario (más allá de la generación de nueva tecnología que se incorporará como nuevo producto o proceso en el sistema). Para ello, persigue obtener el efecto cualitativo y cuantitativo de la generación de innovaciones en el ámbito sanitario. Por último, la cuarta se centra en la heterogeneidad de las actividades del ámbito sanitario, para comprobar la utilidad y aplicabilidad del modelo a los diferentes escenarios clínicos y de gestión que aparecen en el análisis del sector salud.

Por tanto, del análisis de cada uno de los diferentes casos, obtendremos las siguientes conclusiones:

- INNPACTA - 1. Aplicación del modelo de valorización del impacto de una innovación tecnológica (aplicación móvil CardioManager) en el ámbito sanitario desde el punto de vista de costes y ahorros en el sistema (manteniendo los criterios clínicos de coste-efectividad y coste-utilidad requeridos).
- INNPACTA - 2. Evaluación de impacto socio-económico de un proyecto de I+D+i que da lugar a la herramienta CardioManager, en términos de impacto económico (aportación al PIB regional, creación y mantenimiento de empleo, retornos a la hacienda pública), así como en la propia transformación de la organización a través de la innovación.

### 6.2.1. Análisis del caso INNPACTA - 1

Este caso persigue obtener una metodología de evaluación en términos económicos, de la introducción de una tecnología en el ámbito sanitario. Por ello, con respecto a la utilidad del método de soporte para suministrar al decisor político la información que necesita para ayudarle a decidir la conveniencia, idoneidad y potencialidad de introducir una tecnología en un determinado momento temporal. De esta forma, el decisor dispone de una herramienta que le permite analizar con suficiente antelación el impacto en términos económicos supone una intervención.

Para ello, se desarrolla una evaluación de impacto *ex-ante*, obtenida a partir del análisis de rentabilidad de la aplicación y, posteriormente, su impacto en términos no sólo de ahorros en el gasto sanitario que permite su utilización por los pacientes y profesionales del sistema de cuidado de la salud pública, sino también el impacto en el colectivo social de uso de la aplicación y en el del tejido empresarial tal y como muestra la Figura 6.2.

Dada la variedad de enfermedades del corazón y las condiciones que constituyen las Enfermedades Cardiovasculares (ECV), es necesario limitar el análisis a solamente una enfermedad específica para definir el patrón de la conducta del paciente, así como el número de visitas a profesionales del cuidado médico, hospitalizaciones, derivaciones a otros especialistas y pruebas experimentadas.



Figura 6.2: Triángulo de impactos de la metodología desarrollada. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, enfermedad isquémica del corazón será el seleccionado debido a su relevancia en la causa de enfermedades ECV.

Del mismo modo, los factores clave que serán necesarios para obtener después de los análisis están relacionados a ahorros en costos, calidad de la atención, control y seguimiento de la paciente y el usuario, la satisfacción del usuario y la eficiencia de los procesos de almacenamiento de información y comunicación de la aplicación para los hospitales y centros de salud.

A continuación, es necesario definir el gasto actual en el sistema sanitario de la región estudiada, que será la comunidad de Castilla y León en España, con el fin de desarrollar un análisis de las repercusiones de ahorros en ese sistema al introducir el uso de CardioManager.

En los últimos años, las estrategias para mejorar la calidad y la sostenibilidad de los sistemas de salud pública están siendo desarrolladas por empoderar a servicios primarios de salud, así como disminuir el gasto de especializados y servicios hospitalarios.

	<b>Total</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Estancia media (días)</b>
Defunciones totales	17.089	5.954	11.135	10.03
Hospitalizaciones	29.743	16.748	12.995	8.8
Tasa de Ingresos	12			25,08
	5.451	1.908	3.543	9.83

Tabla 6.1: Caracterización de la Insuficiencia Cardíaca en Castilla y León.

Fuente: Elaboración propia a partir de [MdS14]

En el ámbito específico de las ECV, todos suman un promedio de 17,7% del total del gasto sanitario. Pero específicamente la IC representa el 14,7% del gasto total en salud, que significa en una comunidad como Castilla y León con los costos de salud de 3.332 millones de euros, casi 490 millones. La Tabla 1 muestra la caracterización de la IC en Castilla y León, donde se describen los principales elementos que impactan en el costo de los servicios de salud en pacientes con IC.

Por lo tanto, basado en esta información, es relevante saber cuál sería el impacto de la introducción de la aplicación móvil CardioManager, capaz de optimizar el manejo de pacientes con IC, en el sistema de salud pública en Castilla y León.

### **Caracterización de la muestra de análisis**

La muestra utilizada para medir el impacto económico de la introducción de la aplicación móvil CardioManager se selecciona para realizar un estudio más amplio cuyo objetivo final es conocer no sólo el impacto económico, sino también las características epidemiológicas, clínicas, de tratamiento y calidad de vida de los pacientes con insuficiencia cardíaca en el ámbito de la atención primaria tras la introducción de una aplicación móvil para gestión y monitorización de la enfermedad.

Para ello, se utiliza una muestra similar a la de [CMPTD<sup>+</sup>14]. Se invitó a participar en el estudio a todos los médicos de atención primaria del área. Cada profesional elaboró un registro anónimo con todos los enfermos con diagnóstico

documentado de insuficiencia cardiaca crónica pertenecientes a su cupo, revisando todas las historias clínicas, en papel o informatizadas. Para localizar las historias informatizadas se utilizaron rutinas de búsqueda como “insuficiencia cardiaca crónica”, “insuficiencia cardiaca congestiva”, etc. Con los registros de pacientes de cada médico se elaboró un censo anónimo con 2.047 pacientes (950 del medio rural), de los que seleccionamos una muestra con afijación proporcional a los estratos urbano y rural para garantizar una igual probabilidad de ser elegido en cada estrato, mediante muestreo aleatorio sistemático. El tamaño de la muestra se calculó para estimar variables dicotómicas con una precisión global para el área sanitaria del 4% y un 95% de confianza, en proporciones del 50%. El resultado es una muestra de 630 enfermos, compuestos por las dos submuestras de 292 enfermos del medio rural y 338 del urbano.

La Tabla 6.3 muestra las características demográficas y clínicas de los enfermos estudiados y de las submuestras de pacientes por sexo. Las mujeres tienen un promedio de edad mayor que los hombres, y en éstos la edad a la cual son diagnosticados es 5 años menor que en las mujeres.

<b>Variables</b>	<b>Total (n=589)</b>	<b>Mujeres (n=299)</b>	<b>Hombres (n=290)</b>	<b>Probabilidad</b>
Edad, media (DE)	77,6 (9,9)	79,7 (8,6)	75,3 (10,6)	< 0,001
Años desde el diagnóstico, media (DE)	4,5 (3,2)	4,1 (3,6)	5 (4,5)	0,03
Medio rural (%)	46,4	46,5	47,2	NS
Medio Urbano	53,6	54,5	52,8	
Ingresaron en el hospital el último año	45,9	46,8	49,6	NS
Acudieron a urgencias hos- pitalarias el último año	44,2	42,1	46,4	NS
Clase funcional				
I-II (%)	68,8	65,7	71,1	NS
III-IV (%)	31,2	34,3	27,9	

Tabla 6.2: Caracterización demográficas clínicas de los pacientes con insuficiencia cardiaca crónica. Fuente: [MdS14]

### Modelo de Markov desarrollado

Para realizar la evaluación del impacto económico (*ex-ante*) [NKN<sup>+</sup>97, FMF<sup>+</sup>12, BS02, Fah02, NKOP06, PR02] que supondría la introducción de la herramienta CardioManager, se realizará una evaluación económica del tipo coste-efectividad [CN<sup>+</sup>10, WYL<sup>+</sup>12, Log12] estructurada sobre un modelo de Markov; empleando una cohorte determinístico estático hipotética con ciclos anuales y considerando los estados clínicos que muestra la Figura 6.3. compuesta por una muestra de 630 pacientes diagnosticados de IC [NRDJFZ<sup>+</sup>12].

Las flechas indican la posibilidad de pasar a otro estado. Al ser una evaluación *ex-ante*, utilizaremos como modelo aquel que simule la evolución de la enfermedad *Insuficiencia Cardíaca*, describiendo los diferentes estados por los que el paciente pasará a lo largo de su enfermedad. Al comienzo del diagnóstico de la enfermedad, el paciente puede presentar alto riesgo de sufrir IC en el futuro pero sin trastornos cardíacos estructurales en el presente (estadio A), por lo que la actuación se basa en un tratamiento preventivo de desarrollo de la enfermedad. De la misma forma, el diagnóstico puede ser de Estadio B (trastornos cardíacos estructurales sin síntomas de ningún grado; paciente con fracción de expulsión de 50 %, gasto cardíaco normal), que requiere igualmente un tratamiento preventivo para detección y tratamiento de la enfermedad [NYH, VBR<sup>+</sup>98, AMC<sup>+</sup>06].

Sin embargo, cuando el paciente presenta síntomas de IC en el presente o en algún momento en el pasado - en el contexto de un problema cardíaco estructural de base y tratado médicamente; el gasto cardíaco está ligeramente reducido y usa mecanismo de Frank-Starling como compensación, está presente la fatiga, disnea con grandes o medianos esfuerzos - (estadio C), se requiere de tratamiento y traslado regular a un centro primario o especializado de salud para monitorización y estabilización [NYH].

El último estadio de la enfermedad (estadio D), requiere un apoyo hospitalario, un trasplante de corazón o cuidados paliativos (gasto cardíaco disminuido, hay fatiga y disnea en reposo), por lo que es frecuente la hospitalización para estabilización, reingresos por desestabilización y alta probabilidad de muerte. Debido a que los modelos de Markov [Rub00] asumen que las tran-

siciones entre estados se producen al final de cada ciclo, se ha realizado una corrección asumiendo que la media de la cohorte transiciona a mitad de ciclo.

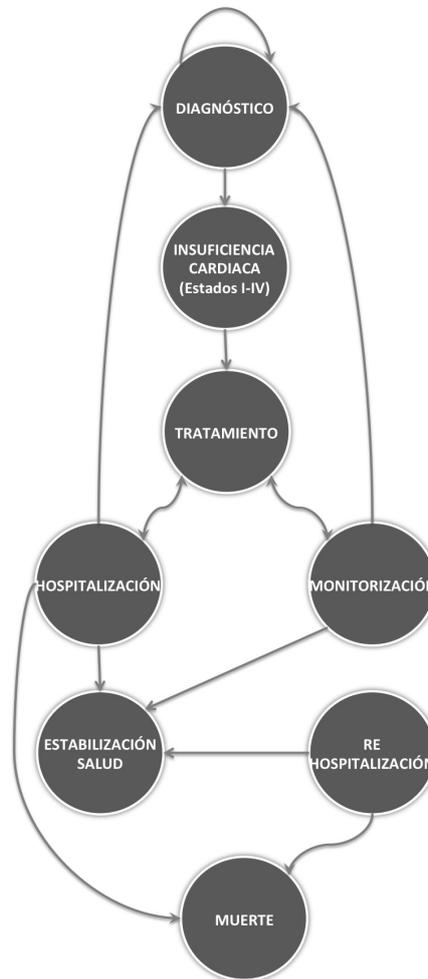


Figura 6.3: Diagrama de estados del Modelo de Markov adaptado. Fuente: Elaboración propia.

### Probabilidades consideradas en el modelo

Los datos de incidencia de Insuficiencia cardiaca se han obtenido de la central de estadísticas del Ministerio de Salud, Política Social e Igualdad [MdS14, NRDJFZ<sup>+</sup>12, CO<sup>+</sup>06]. El resto de probabilidades de transición introducidas en el modelo en relación con la mortalidad, la asistencia sanitaria

	Diagnóstico	IC	Tratam.	Hosp.	Monit.	Estab.	Muerte
Diagnóstico	0,9960		0,1400				
IC			0,9231				
Tratamiento	0,9651	0,2079			0,4765		
Hospitalización	0,4400	0,2795	0,1987			0,9233	0,1470
Monitorización		0,9665	0,6620		0,1400	0,034	
Estabilización de salud					0,8581		
Muerte				0,1470			1,0000

Tabla 6.3: Caracterización demográfica clínica de los pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. Fuente: [MdS14]

y eventos relacionados con la enfermedad que ocurren durante el año de observación considerado, se recogen en la tabla 1. Las probabilidades de muerte se han calculado en base a la tasa de mortalidad específicas por edad para el año 2011 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística [MdS14, CO+06].

### Análisis de los costes

Siguiendo el modelo de análisis, la Tabla 6.5 detalla los costes de desarrollo de la herramienta, identificando tanto costes materiales y de personal en los que se ha incurrido.

Una vez identificados los **costes de desarrollo** ( $C_{DT}$ ), procederemos a calcular los costes asociados a la introducción de la misma, así como los ajustes necesarios para dar estabilidad al análisis.

Los costes asociados  $C_{asociados}$  en este caso estarán relacionados con la formación a los pacientes de la muestra en el manejo y uso de la aplicación. A pesar de que la propia aplicación es muy intuitiva y fácil de utilizar, el perfil epistemológico que presenta la muestra — donde prima la presencia de personas de la tercera edad —, hace necesario considerar una sesión de formación adicional que permita utilizar adecuadamente todas las funcionalidades de la misma.

Costes Materiales			
Producto	Unidades	Precio/unidad	Total
Samsung Galaxy Tab 3 GT-P5200 10.1" 3G 16GB Blanco	1	335€	335€
Samsung Galaxy S II Mini GT6500	1	90€	90€
Ordenador (CPU)	1	499€	499€
Monitor	1	159€	159€
Teclado y ratón	1	65€	65
			<b>1.148€</b>
Costes personal			
Empleado	Horas	Precio/hora	Total
Programador Junior	450	30€	13.500€
Investigador	200	40€	8.000€
			<b>21.500€</b>

Tabla 6.4: Costes asociados al desarrollo de la aplicación CardioManager. Fuente: Elaboración propia.

Por último, procedemos a calcular los ajustes necesarios sobre la tecnología. En este caso, consideramos dos factores de ajuste:

- *Tasa de difusión de la tecnología.* Para facilitar los cálculos, vamos a suponer que los enfermos de la muestra van a comenzar a utilizar la aplicación en el mismo momento, de forma que podamos estimar el impacto *ex-ante* en toda su dimensión. No obstante, aplicando el modelo de Bass [Bas69, Bas80] es posible obtener dicho resultado como sigue:

$$S(t) = \left[ p + \left( \frac{q}{m} \cdot N_{t-1} \right) \right] \cdot [m - N_{t-1}] \quad (6.1)$$

donde,

$N(t)$ : Pacientes que adoptan la tecnología en el momento  $t$

$S(t)$ : Nuevos pacientes que adoptan la tecnología en el momento  $t$

$p$ : coeficiente de innovación; esto es, la probabilidad de que un paciente adopte la tecnología en el periodo  $i$

$q$ : coeficiente de imitación; esto es, la probabilidad de que un pa-

Costes de formación			
Descripción	Horas	Coste/unidad	Total
Formación en el manejo de la App	630 <sup>a</sup>	30€	18.900€
Formación en instalación de la App	-	-	-
			<b>18.900€</b>

Tabla 6.5: Costes asociados al desarrollo de la aplicación CardioManager. Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup>Consideramos que con independencia de la edad y perfil académico de cada paciente, todos ellos requerirán de una hora de formación para conocer tanto el funcionamiento de la herramienta, su descarga a través de Internet, manejo, actualización, etc. Por ello, contabilizamos el total de horas requeridas.

ciente adopte la tecnología por imitación<sup>1</sup>

$m$ : máximo número de pacientes que pueden adquirir la tecnología.

De la ecuación 6.1, se puede interpretar por tanto que  $S(t)$  es el número de nuevos pacientes que van a adquirir CardioManager en el momento  $t$  — es decir, el producto entre la probabilidad de que un nuevo paciente quiera la herramienta en el momento  $t$  y el número de pacientes que aún no han adoptado la herramienta. Así mismo, hay que destacar que el coeficiente de imitación está multiplicado por la proporción de pacientes que ya han adquirido la herramienta, por lo que refleja así la influencia de los mismos en los nuevos pacientes o imitadores —. Es importante señalar que según el modelo de Bass, los coeficientes  $p$  y  $q$  (de innovación y de imitación), son constantes a lo largo del tiempo.

Por tanto, en nuestro caso concreto de estudio consideraremos  $q = 0$ , ya que se trata de la evaluación de la utilización de una tecnología ya prescrita y utilizada en una muestra seleccionada. Así mismo, podría considerarse un valor para el coeficiente  $p$ , atendiendo a la composición de la muestra. Pero para simplificar el análisis, consideraremos también  $p = 0$ , y por tanto, una tasa de difusión de tecnología que no afecta al coste obtenido.

<sup>1</sup>Este coeficiente captura el efecto *boca-oido*, y actúa como un coeficiente que mide el “contagio” que supone la introducción de una novedad en un momento determinado. Es denominado también uso por imitación.

- *Tasa de reposición de la tecnología.* En este caso, consideramos 0 la tasa de reposición de la tecnología dado que al ser una aplicación móvil que se descarga desde la AppStore (dispositivos Apple) o Google Play (dispositivos Android), no existe reposición como tal de la tecnología, sino actualizaciones de la misma. Por ello, dado que en la formación a los pacientes para el uso de la aplicación se contempla el apartado de “actualización” del software ante posibles nuevas versiones, no es necesario considerar coste adicional.

Podemos concluir, por tanto, que el coste total asociado a la tecnología es:

$$\text{Coste Total} = \sum_{i=1}^N C_i^{DT} + C_{\text{Asociados}} + \text{Ajustes} \quad (6.2)$$

donde  $C_i^{DT}$  es el coste de adquisición de la tecnología para cada paciente, que se estima en  $100\text{€}^2$ . Tenemos entonces:

$$\text{Coste Total} = 100e \cdot 630 + 18,900 + 0 = \mathbf{25.200\text{€}} \quad (6.3)$$

### Coste de la enfermedad

El análisis de costes se realiza desde la perspectiva del financiador del sistema de salud que, en este caso, sería el Ministerio de Salud, Política Social e Igualdad, dado que estos costes son los que tiene que asumir en el proceso de gestión y desarrollo de la enfermedad: costes directos (costes directos médicos y no médicos tales como administración, servicios generales, etc.) [FMF<sup>+</sup>12, HKG<sup>+</sup>04, Wei98, GB93]. Los costes están ajustados al año 2011. La caracterización del coste de un paciente de IC se ha realizado atendiendo al documento técnico “Análisis y Desarrollo de los GDR en el Sistema Nacional de Salud” [RSG<sup>+</sup>99]. Así mismo, para el cálculo del coste de desarrollo e introducción de la app CardioManager en el sistema sanitario público de Castilla y León se realiza una proyección de lo que representaría dotar a cada paciente de la muestra con la tecnología necesaria para la gestión y monitorización de su enfermedad usando la aplicación.

<sup>2</sup>Realmente el coste de la aplicación será de apenas 1€. Se ha considerado este coste para poder sufragar tanto el coste de adquisición de terminal móvil o *smartphone* y el coste de la tarifa de datos durante el año de simulación del análisis.

La caracterización del coste de un paciente de la insuficiencia cardíaca ha sido teniendo en cuenta el informe técnico realizada por el Ministerio de salud, Política Social e igualdad [MdS14,RSG<sup>+</sup>99]. Asimismo, para calcular el costo del desarrollo e introducción de CardioManager en el sistema de salud pública en Castilla y León se hace una proyección de qué sería proporcionar a cada paciente con la tecnología necesaria para la gestión y seguimiento de su enfermedad mediante la aplicación.

El desglose de los costes asociados puede verse en la Tabla 6.6. En el tratamiento, se excluye el costo del tratamiento farmacológico, siendo acusado solamente los gastos de viaje al centro de salud y el coste por visita. Así mismo, no se incluye el coste de la muerte del paciente<sup>3</sup> ya que en la muestra considerada no ha habido, afortunadamente, ninguna defunción.

La introducción de la aplicación CardioManager en la población de estudio permitiría llevar a cabo las siguientes mejoras en la calidad de vida de los pacientes tratados:

- Realización de pruebas de control en el propio domicilio del paciente, ahorrando el desplazamiento al hospital o centro de salud para su realización.
- Disminución de los desplazamientos derivados de descompensaciones en el estado de salud del paciente, así como para la realización de pruebas de control
- Una mejora en la información en el paciente, que se traduce en un mayor conocimiento y control de la enfermedad y por tanto en un menor número de recaídas e ingresos.
- Disminución de derivaciones (de centros sanitarios a hospitales, etc.)
- Disminución de ingresos hospitalarios, debido a un mayor control del estado de salud.

---

<sup>3</sup>El coste de la muerte se calcula como el coste de hospitalización y tratamiento, así como la adición de pruebas diagnósticas y consultas. No se consideran costes de conservación del cadáver ni asociados, por estar fuera del alcance del presente estudio.

Estados del modelo	Costes Unitarios
Tratamiento	-
Hospitalizaciones (incluyendo estabilización de salud)	13.889€ <sup>a</sup>
Atención extra-hospitalaria	1.413€ <sup>b</sup>
Re-Hospitalización (incluyendo estabilización de salud)	12.434€ <sup>c</sup>
Monitorización	577€ <sup>d</sup>

Tabla 6.6: Costes asociados a los diferentes estados de salud del Modelo de Markov. Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup>De las probabilidades consideradas en el modelo, tenemos que en esta partida se contabiliza: atención en urgencias, pruebas diagnósticas, ingreso, consultas de seguimiento diario durante el tiempo de hospitalización, y coste por derivaciones de centro de atención primaria a hospital (tanto para zona rural como urbana). Consideramos una estancia media de 8,8 días.

<sup>b</sup>Se considera como coste el gasto por paciente, es decir, en el caso de Castilla y León, un gasto por paciente de 1.413€.

<sup>c</sup>Para las re-hospitalizaciones, en función de la muestra seleccionada se observa que no ha habido intervención de cirugía ni complicaciones adicionales, por lo que consideramos como media el número de días que ofrece [MdS14]; es decir, 25,8 días de media, y aplicamos el coste por día al porcentaje de la muestra.

<sup>d</sup>Consideramos como coste únicamente el coste de la consulta para realizar los chequeos periódicos. No se considera por tanto coste de pruebas y diagnóstico — electrocardiograma, perfil cardiaco, etc.—, ya que éstas están consideradas dentro del coste de los servicios hospitalarios por realizarlas allí. Por tanto, el coste de una visita mensual por el coste de la consulta.

Según [Tic10], la combinación de telemedicina y educación (objetivo principal de la aplicación CardioManager) logra reducir el número de hospitalizaciones en un 60% y la reducción de la estancia media en un 73%, por lo que utilizaremos estos coeficientes de adaptación a nuestro modelo de análisis.

la Tabla 6.7 muestra el análisis de costos de los dos escenarios: incorporación de CardioManager y la situación actual (no inclusión de CardioManager). Como se puede observar, desde la perspectiva de la introducción de CardioManager, la aplicación alcanza mayores ahorros en el manejo de la enfermedad de lo que costaría sin ella (situación actual).

Por tanto, si calculamos finalmente según nuestro modelo el **impac-**

<b>Estados del modelo</b>	<b>Sin App</b>	<b>Con App</b>
Hospitalizaciones (incluyendo estabilización de salud	13.889€	8.333€
Atención extra-hospitalaria	1.413€	1.413€
Re-Hospitalización (incluyendo estabilización de salud	12.434€	9.256€
Monitorización y tratamiento	577€	0
<b>Total gasto por paciente</b>	<b>28.315€</b>	<b>19.012€</b>
<b>Total gasto de la muestra</b>	<b>17.895.080€</b>	<b>12.015.584€</b>

Tabla 6.7: Impacto económico ex-ante de la introducción de CardioManager. Fuente: Elaboración propia.

to **económico** de la introducción de CardioManager (ver Figura 5.10), obtendríamos lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Impacto económico} &= \sum_{i=1}^N C_i^{DT} + C_{\text{Asociados}} + \text{Ajustes} - \sum_{i=1}^N \text{Ahorros}_i \\
 &= 63,000 + 18,900 + 0 - 5,879,496 \\
 &= -5,797,596 \simeq - \mathbf{5.8 \text{ M€}}
 \end{aligned}$$

Es decir, por cada paciente tratado conjuntamente con su tratamiento habitual y la utilización de la aplicación CardioManager, se consigue un **AHORRO** de 9.501€, lo que equivale a decir que cada euro que el *Policy Maker* invierte en la introducción de la herramienta CardioManager en el Sistema Público Sanitario, genera un ahorro de 950€ por paciente.

### 6.2.2. Análisis del caso INNPACTA - 2

Este caso persigue obtener una metodología de evaluación en términos socio-económicos, de la ejecución de un proyecto de I+D+i en Castilla y León. Por ello, con respecto a la utilidad del método de soporte para suministrar al decisor político la información que necesita para ayudarle a decidir la conveniencia, idoneidad y potencialidad de introducir una tecnología en un determinado momento temporal, este caso incide en la estimulación de la economía a través de la innovación.

Para ello, se desarrolla una evaluación de impacto *ex-post*, obtenida a

partir de la clasificación del gasto ejecutado en el proyecto y, posteriormente, su impacto en términos no sólo en términos económicos, sino de impacto en el tejido empresarial, y en la propia organización que ejecuta el proyecto (en este caso, los socios del consorcio del proyecto).

Utilizando el modelo de análisis de impacto desarrollado en la sección 5.4.1, calcularemos tanto el impacto en términos cuantitativos (agregados macroeconómicos) como cualitativos (análisis del impacto en las cinco dimensiones consideradas para la empresa), generando el efecto en el resto de sectores productivos que muestra la Figura 6.4.



Figura 6.4: Dimensiones del análisis de impacto del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

## IMPACTO EN LA ECONOMÍA REGIONAL

### **Análisis de los costes del proyecto**

Para comenzar el análisis debemos caracterizar adecuadamente todos aquellos costes en los que ha incurrido el proyecto, de forma que podamos asignarlos adecuadamente a las diferentes ramas (sectores agregados) del modelo.

En nuestro caso, existe el problema de que la herramienta CardioManager es uno de los múltiples resultados del proyecto, por lo que para no incurrir en sesgos en el análisis, vamos a caracterizar únicamente el impacto que el desarrollo de la herramienta ha tenido en el territorio<sup>4</sup>. Por tanto, tenemos que la herramienta ha sido desarrollada exclusivamente por la Universidad de Valladolid, por lo que analizaremos el impacto que el gasto realizado, tiene tanto en términos económicos como de fortalecimiento y transformación del grupo de investigación responsable del proyecto.

Dichos costes totales pueden observarse en la Tabla 6.5. El proyecto comenzó en 2011 y la herramienta se desarrolló durante los años 2012 y 2013. Por ello, los gastos asociados a las dos anualidades han de actualizarse a 2014 (momento en el que realizamos la evaluación de impacto), sin considerar los impuestos asociados a partidas de materiales y otros gastos.

### **Aportación al PIB regional**

Para la caracterización del aporte al PIB haremos uso del modelo Input-Output que utiliza la TIO2009N18 elaborada y nos apoyaremos en la herramienta desarrollada en excel INNPACTA que permite incorporar la formulación matemática del modelo Input / Output desarrollado. Previamente, caracterizamos los gastos como sigue:

- Los gastos de subcontrataciones públicas y privadas, se imputan de forma directa en la rama 58 (que en nuestra tabla agregada, corresponde al sector “servicios de empresas”. En este caso, no hay gasto de subcontratación para el desarrollo de la herramienta.
- Los gastos relativos a los salarios de los trabajadores asignados a los proyectos se reparten en función de los presupuestos familiares de los hogares en los diferentes años (ver Tabla 5.4). En este caso, realizamos el reparto en base al importe total de sueldos y salarios que efectivamente se imputan en el desarrollo de la herramienta (21.500€).

---

<sup>4</sup>Por ello, no se tendrán en cuenta ni el resto de objetivos del proyecto, socios involucrados que no hayan formado parte del desarrollo de esta herramienta, así como presupuesto total del proyecto, etc.

- Los gastos en materiales, aparatos y equipos y otras subcontrataciones, en función de su naturaleza, se distribuyen a lo largo de las ramas productivas de la tabla (y posteriormente, se agrupan para obtener el formato TIO2009N18). En este caso, los 1.148€.

Una vez realizado el reparto de los gastos en sus diferentes ramas productivas, les aplicamos el multiplicador del Valor Añadido Bruto asociado a cada una de las ramas (es decir, los multiplicadores obtenidos mediante la matriz inversa de Leontief). Posteriormente, para transformar el Valor Añadido Bruto en PIB utilizamos el coeficiente calculado en la ecuación 5.25 (0,917).

<b>Resultados</b>	<b>Euros</b>
Gasto Total	23.551,07€
Gasto Total en Castilla y León	23.551,07€
Aportación al PIB	38.155,01€

Tabla 6.8: Aportación al PIB del proyecto que dió como resultado la aplicación CardioManager. Fuente: Elaboración propia.

### Creación de empleo

La creación de empleo directo y el mantenimiento de empleo directo es aquel que se da como consecuencia de la propia existencia de los proyectos, esto es, el personal que componen sus plantillas a lo largo del período analizado.

Por otro lado, el empleo indirecto es el que se obtiene a partir de la demanda de las organizaciones a sus proveedores en el desarrollo de ejecución de los proyectos. Conviene resaltar que el proyecto bajo análisis mantiene un tipo de empleo de alta cualificación, como consecuencia del carácter principalmente especialista de sus actividades relacionadas con la I+D+i. En total han participado 2 titulados en la ejecución del proyecto, y ambos han sido nuevos empleos. Tal y como se desprende de la Tabla 6.9, el impacto económico generado por el incentivo recibido por la organización ha colaborado en la creación de 2 nuevos puestos de trabajo y al mantenimiento de 0,62<sup>5</sup>. En total,

<sup>5</sup>Es decir, al 62% de las horas de un Empleo a Jornada completa Equivalente.

<b>Resultados</b>	<b>Total</b>
Empleos directos	2
Mantenimiento de empleo	0,62

Tabla 6.9: Creación y mantenimiento de empleo en el proyecto que dió como resultado la aplicación CardioManager.Fuente: Elaboración propia.

sin contar la participación de otros profesionales en el proyecto, la actividad de I+D+i ha promovido “casi” tres empleos, de los cuales, dos de ellos son de alta cualificación.

### **Retornos a la Hacienda Pública**

El modelo de impacto económico permite obtener la recaudación fiscal que se produce como consecuencia del desarrollo de la actividad de I+D+i. Analizando los retornos fiscales según el tipo de impuesto, se observa que los retornos del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) y el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) suponen casi un 76 % del total de la recaudación fiscal de las Haciendas Públicas, representando el Impuesto de Sociedades (IS) un porcentaje inferior al 24 % de los retornos totales. En conjunto, los retornos fiscales acaparan el 15,75 % de la generación de PIB.

Por cada euro incentivado en el proyecto por la Administración, se consigue un retorno en la Hacienda Pública de **0,249€**.

### **IMPACTO EN LA ORGANIZACIÓN**

**Impacto cualitativo del proyecto en la organización** Una vez determinado el impacto cuantitativo que el proyecto genera en la economía regional, en esta sección vamos a desarrollar el análisis del impacto que el proyecto tiene en la propia organización. Para ello, partimos de la caracterización en los cinco ejes de impacto en una organización y; mediante la cumplimentación del cuestionario (ver Apéndice ??) desarrollado y el mantenimiento de una entrevista de control con los responsables del proyecto, obtenemos las conclusiones generales que aparecen en la Figura 6.6.

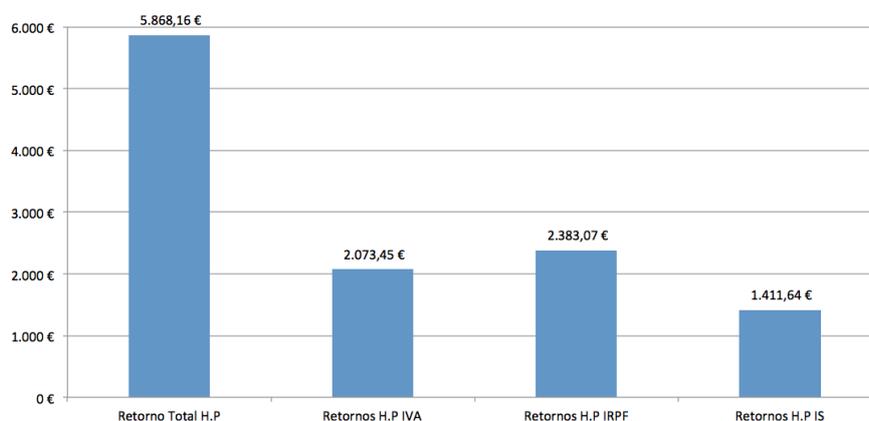


Figura 6.5: Retornos a la Hacienda Pública del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, vamos a caracterizar los resultados obtenidos en cada uno de los bloques de impacto considerados:

1. **Cultura.** Impacto de **0,99** (sobre 3) Por cultura se entiende el impacto que la realización del proyecto ha tenido en la visión de la I+D+i como una actividad “colaborativa” y de “riesgo”, reflejados en indicadores de colaboración, de cultura de innovación y de recursos humanos. El impacto en el área de cultura ha sido muy leve, ya que la organización bajo estudio ya tenía anteriormente una cultura desarrollada hacia la innovación. Uno de los impactos más destacados ha sido el fomento y mejora de la colaboración a nivel nacional con otros grupos, instituciones, y organizaciones tanto en el ámbito público como privado. La organización, conocía con anterioridad a la práctica totalidad de los socios, por lo que la colaboración ha fomentado las relaciones económico-comerciales y la explotación-comercialización de los resultados de los proyectos.
2. **Gestión.** Impacto de **1.8** (sobre 3) La gestión de la I+D+i (conocimiento, financiación, proyectos, etc.) es un factor fundamental para dicha actividad en las organizaciones y es precisamente este factor el que se mide en este área de impacto. El mayor impacto se ha producido en la gestión del talento y la formación de los empleados como consecuencia

## 6.2 El caso de estudio global INNPACTA

		IMPACTO	AGREGADO
CULTURA	CULTURA DE INNOVACIÓN	0,48	0,99
	RRHH	0,38	
	COLABORACIÓN	0,14	
GESTIÓN	FORMACIÓN	0,4	1,80
	GESTIÓN DEL TALENTO	0,6	
	CONSOLIDACIÓN DEL PROCESO INNOVACIÓN	0,4	
	FINANCIACIÓN	0,4	
ESTRATEGIA	MODELO DE NEGOCIO	0,60	1,1
	COOPERACIÓN	0,26	
	ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA	0,25	
RESULTADOS	GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO	0,20	0,37
	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	0,11	
	EXPLOTACIÓN DE RESULTADOS	0,06	
RELACIONES CON TERCEROS	IMAGEN DE LA ORGANIZACIÓN	0,23	0,40
	RELACIONES CON AGENTES DEL SRI	0,17	
		TOTAL	0,93

Figura 6.6: Impacto cualitativo del proyecto en la organización ponderado entre 0 y 3. Fuente: Elaboración propia.

de la colaboración con el resto de socios<sup>6</sup>, consiguiéndose incrementar notablemente el capital humano de la organización (incorporación de dos nuevos empleados). La mejora de la formación se ha visto beneficiada por el acceso a datos y material de otros proyectos de investigación. Cabe destacar la consolidación de grupos de investigación para futuros proyectos dentro de las empresas y con las universidades fundamentalmente. También es destacable la profesionalización de la gestión de la I+D+i, ya que atendiendo al bloque de análisis de consolidación del proceso de innovación, se denota el esfuerzo realizado por la organización en la adopción e implantación de la gestión de la I+D+i. Para la ejecución de los proyectos, se han contratado 2 personas de perfil científico-técnico exclusivamente para la I+D+i, y se ha comenzado a desarrollar el mecanismo de aprovechamiento de las deducciones fiscales por I+D+i. Por ello, es de esperar que en futuras evaluaciones de la organización se

<sup>6</sup>A nivel general del proyecto, no a nivel particular en el desarrollo de la herramienta CardioManager

AREAS DE IMPACTO	SUB-AREAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Cultura	Cultura de innovación	1	Ejecución de proyectos de I+D+i
		2	Cartera de proyectos de I+D+i
	RR.HH	3	% del personal de la empresa dedicada a I+D+i
		4	Contratación de nuevo personal para I+D+i
	Colaboración	5	Mejora de la cooperación con organizaciones del sector público
		6	Mejora de la cooperación con organizaciones del sector privado
		7	Número de socios del proyecto privados participantes en el consorcio
		8	Número de socios públicos
		9	Mejora de la cooperación con organizaciones públicas a nivel internacional
		10	Mejora de la cooperación con organizaciones privadas a nivel internacional
		11	Mayor predisposición a llevar a cabo proyectos en consorcio

Figura 6.7: Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Cultura.  
Fuente: Elaboración propia.

obtengan mejores resultados en este bloque.

AREAS DE IMPACTO	SUB-AREAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Gestión	Formación	12	% de personal formado en I+D+i
		13	Acceso a datos y material de otros proyectos de I+D+i
	Gestión del talento	14	Aumentar la capacidad de atracción y contratación de personal científico-técnico en la organización
	Consolidación proceso	15	Desarrollar la estructura interna del dpto de innovación
	financiación	16	Establecimiento de un presupuesto para innovación
		17	Conocimiento y aprovechamiento de las deducciones fiscales por I+D+i

Figura 6.8: Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Gestión.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3. Estrategia. Impacto de 1,1 (sobre 3)

El área donde se ha recogido un impacto interesante ha sido el de estrategia con un valor de 1,1 puntos. Esta mide el efecto que ha tenido la participación en los proyectos la mejora de la orientación estratégica de la organización en cuento a innovación, medida como la reorientación de las líneas de investigación y la adopción de nuevas líneas. Este elevado impacto se puede explicar a través de las siguientes observaciones:

- La percepción y puesta en valor de la innovación como palanca de desarrollo futuro se ha incrementado notablemente en todos los participantes de los proyectos.

- Aumento en la organización del presupuesto destinado a I+D+i, dado que tanto los resultados obtenidos como las relaciones con el resto de los socios permiten determinar vías de elaboración de nuevos proyectos<sup>7</sup>.
- La mejora en la percepción se ha visto reflejado en un cambio o adopción de líneas de I+D+i, en donde la organización afirma haberlas modificado mucho o bastante a raíz de la participación en el proyecto.

Adicionalmente, el impacto estratégico se ha traducido en que un el proyecto analizado abre la puerta para el desarrollo de una nueva línea de investigación en la organización. La coyuntura económica actual ha influido negativamente en el esfuerzo que realiza la organización para la actividad de I+D+i, y, a pesar de la situación actual, mantiene el esfuerzo inversor de recursos destinados a la misma.

AREAS DE IMPACTO	SUB-AREAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Estrategia	Modelo de negocio	18	Redefinición del modelo de negocio de la organización como consecuencia de la ejecución del proyecto
		19	Elaboración (o actualización) del Plan de Innovación
	Cooperación	20	Grado de conocimiento anterior de los socios con los que participaba en el proyecto
		21	% de socios con los que no había participado anteriormente
		22	Grado de interés en participar en nuevos proyectos de cooperación con mayor envergadura
	Orientación estratégica	23	Cambio en la percepción del valor / necesidad de la I+D+i para el desarrollo de la organización
		24	Variación del presupuesto para innovación en la organización, tras la realización del proyecto
		25	Cambio en la orientación estratégica de la organización
		26	Percepción de la necesidad / importancia de la I+D+i para el desarrollo de la organización

Figura 6.9: Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Estrategia. Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Resultados. Impacto de **0,37** (sobre 3)

El impacto, en cuanto a resultados de la I+D+i, se refleja en la generación de nuevo conocimiento, su transferencia y explotación comercial. A raíz del proyecto, la organización han adoptado prácticas de vigilancia

<sup>7</sup>Dado el carácter de la organización bajo estudio, el incentivo que recibe siempre es en modalidad de subvención o préstamo participativo.

tecnológica y competitiva del estado del arte del sector y de los competidores que ha sido, en muchos casos, la semilla para la puesta en marcha de futuros proyectos y el desarrollo de nuevas líneas de investigación. El conocimiento generado ha derivado en nuevos desarrollo tecnológicos y nuevos productos y servicios. Como resultado se han publicado 3 artículos en revistas SCI [CMPTD<sup>+</sup>14] y se ha obtenido un prototipo listo para su introducción en el mercado (CardioManager). Esto se debe a cuatro razones fundamentales:

- El proyecto ha sido pionero en el desarrollo de una nueva línea de investigación en la que se han evaluado las capacidades técnicas para acceder al nuevo mercado y su rentabilidad. Proyectos posteriores son los que explotarán los resultados de este.
- La coyuntura económica actual ha frenado la comercialización de la aplicación móvil CardioManager.
- Por otra parte, la organización considera ser mucho o bastante más competitiva que antes, ya que se ha incrementado la productividad de los factores de producción.
- A nivel de generación de nuevo conocimiento, se fortalece el área de investigación que da lugar al proyecto y por tanto, existe una continuidad en la generación de actividad innovadora. Sin embargo, dado que el proyecto no genera patentes ni productos que se hayan comercializado en esta fase de análisis, es de esperar que el valor de esta sub-área, sea bajo.
- Algo similar ocurre en el ámbito de la transferencia de conocimiento. Los resultados del proyecto no han sido aplicados en el mercado, por lo que es de esperar que el impacto en este área, sea pequeño.
- A nivel de explotación de resultados, ocurre prácticamente lo mismo, con la salvedad de que el proyecto ha generado un prototipo (CardioManager) que puede ser explotado comercialmente en los próximos meses, por lo que si realizamos el análisis cualitativo un tiempo después, los resultados del mismo serán diferentes.

5. **Relaciones con terceros.** Impacto de **0,4** (sobre 3) Por relaciones con terceros se entienden aquellas que realiza la organización en el ejercicio

AREAS DE IMPACTO	SUB-AREAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
<b>Resultados</b>	Generación de nuevo conocimiento	27	Apertura de una nueva línea de investigación como consecuencia de los resultados del proyecto
		28	Fortalecimiento de la línea de investigación existente
		29	Patentes generadas como resultado del proyecto
		30	Artículos generados en revistas SCI
		31	Publicaciones empresariales o de cualquier tipo
		32	Definición y ejecución de proyectos de mayor envergadura y dificultad tecnológica
	Transferencia de conocimiento	33	Acuerdos de transferencia de tecnología firmados
		34	Propensión a la protección de los resultados de innovación obtenidos
		35	Desarrollo de mayores capacidades para el desarrollo conjunto de proyectos con la industria / ámbito público
		36	Acuerdos de colaboración con algún socio del proyecto más allá del marco del proyecto
		37	% de continuidad de colaboración con los socios del proyecto de innovación
	Explotación de resultados	38	Capacidad de comercializar el resultado del proyecto
		39	Introducción en el mercado de un nuevo producto o servicio
		40	Apertura de nuevas líneas de negocio
		41	Apertura de nuevos mercados
		42	Cesión o venta de una patente
		43	Explotación propia o compartida (mediante un tercero), de la patente
		44	Establecimiento de acuerdos o JV
45		Creación de nuevas empresas	
46		Reinversión de parte de los beneficios en I+D+i	
47		Rentabilización de los proyectos de I+D+i	
48		Recuperación de la inversión realizada	

Figura 6.10: Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Resultados.  
Fuente: Elaboración propia.

de sus actividades, bien sea para la consecución de las mismas, o bien derivadas de la necesidad de rendir cuentas (principalmente con la Administración Pública), o con su entorno más cercano (promoción, etc.). Podría considerarse en cierta manera que este bloque podría estar subsumido en el bloque *Cultura*, ya que desarrollar y mantener relaciones con terceros agentes debe formar parte del ADN de cualquier organización. Sin embargo, en este caso, tratamos de determinar cuál ha sido el impacto en imagen para la organización, que le ha supuesto la ejecución del proyecto de I+D+i<sup>8</sup>.

El resultado obtenido es muy bajo, aunque si tenemos en cuenta el grado

<sup>8</sup>Téngase en cuenta por el lector que es previsible un valor bajo para este bloque, dado que el análisis realizado responde exclusivamente al objetivo de desarrollar la herramienta CardioManager, una pequeña parte de los objetivos globales del proyecto, y que ha acometido exclusivamente la organización bajo estudio.

de comunicación que desarrolla la organización en su proceso normal de actividad, lleva a un resultado final normal. Sin embargo, llevar a cabo además de publicaciones en revistas SCI, acciones de comunicación destinadas a:

- Fortalecer la presencia de la organización en ferias, seminarios, foros, etc. vinculados con las áreas de interés e investigación.
- Desarrollar una estrategia de comunicación on line. Actualmente, es esencial que cualquier organización disponga de unas directrices o listado de motivos por los que estar en medios digitales, con responsables, plazos, presupuestos y objetivos a obtener. De otra forma, no será útil ni cambiará el valor obtenido en el análisis.
- Necesidad de desarrollo de relaciones de calidad con el resto de agentes del SNI. La naturaleza colaborativa de los esquemas de financiación existentes [CDT09, MAG<sup>+</sup>03], requiere cuidar con especial esmero el desarrollo de relaciones con el resto de agentes del SNI, de forma que sea posible establecer acuerdos y alianzas, más allá del proyecto común que ejecutan.

ÁREAS DE IMPACTO	SUB-ÁREAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Relaciones con terceros	Imagen de la empresa	49	Presencia en medios de comunicación ON LINE
		50	Presencia en medios de comunicación OFF LINE
		51	Difusión de los resultados del proyecto a través de medios digitales
	Relaciones con agentes del SIN	52	Pertenencia a alguna asociación empresarial con motivo de la realización del proyecto
		53	Acuerdos de colaboración con terceros agentes del SRI
		54	Participación en jornadas, ferias, seminarios, eventos promovidos por agentes del SIN

Figura 6.11: Sub-áreas e indicadores de análisis del área de impacto Relaciones con terceros. Fuente: Elaboración propia.

### 6.3. Resultados del multicaso INNPACTA

En la sección anterior hemos presentado los resultados obtenidos para cada uno de los dos casos que componen el multicaso INNPACTA: el análisis del impacto económico de una tecnología en el ámbito sanitario, y el análisis

del impacto socio-económico de una innovación tecnológica tanto en la propia organización que la desarrolla, como en el entorno más próximo.

Es el momento de extraer las conclusiones finales realizando el análisis de casos cruzados o *cross case* [Sta06,Mar12]. De esta forma, podremos responder a la pregunta inicial que motiva la realización de la presente tesis doctoral, a partir de la exposición de las evidencias y resultados hallados en cada uno de los estudios de caso particulares. En la formulación del multicaso INNPACTA, expusimos le objetivo principal que pretendíamos responder a través de los casos de estudio (ver sección Objetivos) y que recordamos ahora: *Proponer un método apoyado por ordenador permita obtener el impacto socio-económico de una innovación desde la perspectiva empresarial y del Policy Maker.*

Después del análisis de los datos recogidos en los dos casos de estudio individuales podemos concluir que el modelo presentado responde adecuadamente a los objetivos individuales de cada uno de los casos. Esto es muy importante porque más allá del objetivo general, proporcionar información adaptada a los requerimientos de cada una de las dimensiones de estudio era una tarea que requería de un tratamiento muy específico. El método se ha encargado, en cada caso, de interpretar los diferentes requisitos de información de las dos dimensiones de estudio, y de presentar resultados homogéneos en términos de unidades de medida (euros).

En el análisis del impacto desde la dimensión pública o política, además de responder a la necesidad de proporcionar evidencias clínicas empíricas de la introducción de la tecnología, el modelo aporta el análisis económico necesario para poder valorar adecuadamente no sólo el coste de desarrollo, sino también avanza en el análisis del impacto presupuestario (complementando su solución con la dimensión de desarrollo regional).

Esta dimensión regional, es el fruto del análisis del impacto que un incentivo público tiene en el sistema de ciencia y tecnología regional. Es decir, da cuenta de la eficiencia y efectividad del dinero público invertido en el fomento de la innovación, permitiendo no sólo estimular al sector público-privado para la generación de innovaciones, sino que el resultado de dichas innovaciones, genera retornos al sistema que pueden ayudarlo a ser más eficiente y sostenible. Sobre esta premisa descansa el análisis del impacto cuantitativo. Del análisis de

resultados obtenidos del caso real, observamos como no sólo se ha posibilitado la creación de empleo con la incorporación de dos personas a la organización, sino que una pequeña inversión en innovación ha ayudado a mantener el 60 % de las horas de trabajo de otra persona en la economía y generar 1,6 euros por cada euro gastado.

A nivel cualitativo, el impacto de la innovación en la organización que ejecuta el proyecto ha permitido a la misma acceder no sólo a mayor conocimiento y oportunidades de colaboración (tanto nacional como internacional), sino que ha ayudado a redefinir la estrategia de la organización en materia de desarrollo e innovación, así como a entender la importancia estratégica que tiene la propia actividad de innovar. Importancia en relación a la gestión de la información clave de la organización, el establecimiento de sistemas de vigilancia tecnológica, así como el ser consciente del mapa de competencia y colaboración en los diferentes mercados donde la organización tiene presencia. Toda esta información ayudó a la organización a establecer adecuadamente sus objetivos de innovación a corto y medio plazo, alineando la estrategia de la organización a la de innovación, de forma que el proceso de retroalimenta, se pule y se mejora.



Figura 6.12: Impacto cuantitativo del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Por ello, desde la óptica global de análisis, podemos admitir que la realización de un proyecto de I+D+i en el ámbito sanitario como el que analiza el multicaso INNPACTA, genera los siguientes resultados:

- Un análisis de coste-utilidad de 9.313 AVAC (es decir, un coste de 9.313

euros por año de vida ajustado por calidad), generando un ahorro en el sistema de 5,8 M€ para la muestra considerada en el estudio.

- Un incentivo obtenido de 23.000€, que genera dos empleos directos, ayuda a mantener el 60% de otro, y permite obtener — mediante la recaudación de impuestos — un total de casi 6.000€. Es decir, un gasto neto para la administración de 17.000€.
- Una aportación al PIB regional de algo más de 37.000€, ayudando al desarrollo de otros sectores productivos — vinculados o no — al proceso de innovación de la organización.

Es decir, que la inversión pública en el desarrollo de una innovación tecnológica, más allá del impacto que la propia ejecución del proyecto que la genera tiene en la organización que la desarrolla, permite crear empleo directo, mantener empleo (de forma indirecta), estimular la economía (mediante el aporte al PIB regional) y, lo que es más importante, manteniendo el nivel requerido de evidencias clínicas para la incorporación de innovaciones en el ámbito sanitario, generar ahorros para el sistema de casi 6 millones de euros.

Por todo lo anterior, podemos decir que el objetivo inicial formulado para la tesis, se materializa con el método desarrollado, ya que manteniendo el requerimiento de resultados y evidencias clínicas, proporciona información adicional que permite al *Policy Maker* seleccionar la tecnología a incorporar a la cartera de servicios considerando información adicional de desarrollo regional, estimulación del tejido empresarial regional, creación y mantenimiento de empleo, etc..

## 6.4. Conclusiones

En este capítulo se ha mostrado la evaluación de las propuestas planteadas en esta tesis: el marco de áreas de impacto cualitativo del proceso de innovación en una organización (análisis cualitativo), en el tejido productivo y empresarial regional (análisis cuantitativo); así como en la propia administración pública (dimensión del *Policy Maker*). Basandonos en el enfoque

situado en los análisis de impacto económico en el sector sanitario, así como los ejercicios de evaluación del impacto en el ámbito de la I+D+i, se desarrolla un modelo de evaluación que permite obtener el impacto, en términos socio-económicos, que tiene una innovación que se pretende introducir en el ámbito sanitario. Para ello, se selecciona un proyecto de I+D+i que se ejecuta en una anualidad y cuyo resultado es una aplicación móvil para la monitorización y seguimiento de enfermedades cardiovasculares.

Dados los requerimientos que tiene el sector sanitario para la incorporación de innovaciones en la cartera de servicios sanitarios, se opta por la realización de un ejercicio de evaluación *ex-ante* de la introducción de la aplicación móvil en una muestra caracterizada de enfermos de una misma patología perfectamente diagnosticada y seguida: insuficiencia cardiaca crónica. Bajo este supuesto, se modela el escenario de aplicación utilizando datos de la propia muestra y del Sistema Público de Salud, lo que permite caracterizar de forma adecuada el escenario de introducción de la tecnología.

El análisis coste-efectividad realizado aporta las evidencias clínicas necesarias para cubrir el lado clínico que demanda la iniciativa CED (*Coverage with Evidences Development*), que se complementa con un análisis de sensibilidad del mismo. Posteriormente, la aplicación del modelo de evaluación económica de la tecnología desarrollado, permite obtener el impacto económico en términos de ahorros o gastos para la Administración Pública (ver Capítulo 5).

Posteriormente, se analiza el impacto desde la dimensión empresarial, mediante la adaptación de los modelos Input / Output al proceso de innovación. Para el análisis del impacto en la organización se recurre al diseño de un cuestionario que cumplimenta el responsable del proyecto de I+D+i que da lugar a la aplicación móvil bajo análisis. El análisis y triangulación de esta amplia variedad de fuentes y datos recogidos se realiza aplicando el método mixto de evaluación [Jic79, Mar12], combinando técnicas cualitativas y cuantitativas de análisis que mejoran las posibilidades de triangulación de datos y hace que aumente la credibilidad de las conclusiones obtenidas.

Los resultados y conclusiones obtenidas del análisis de estos datos se han presentado en este capítulo agrupándolos según los dos casos individuales. Una vez presentados estos resultados hemos expuesto el denominado cruce de casos,

donde se han analizado las evidencias comunes y particulares encontradas en cada uno de los estudios de caso. Esto ha permitido responder a la pregunta que motivaba el multicaso de estudio, que no era otra que *proponer un método apoyado por ordenador permita obtener el impacto socio-económico de una innovación desde la perspectiva empresarial y del Policy Maker*.

Podemos afirmar que el método de evaluación del impacto de la I+D+i en el ámbito sanitario propuesto ha permitido responder a la pregunta que motivaba el multicaso, así como aportar información muy valiosa para el desarrollo del proceso de innovación en las dos dimensiones de análisis consideradas (lado paciente-Administración pública y lado empresarial). Así mismo, permite a la organización que acomete el desarrollo de una innovación cuyo destino final es el ámbito sanitario disponer de una herramienta para iniciar un proceso de reflexión interno que le permita establecer tanto el alcance de proyecto a desarrollar, su impacto en términos de costes, y ayudar a acelerar el proceso de introducción del resultado en la cartera de servicios sanitarios.

El siguiente capítulo recoge las *conclusiones* del trabajo de investigación realizado en esta tesis. Para ello, se parte del inicio de la investigación, retomando los diferentes objetivos particulares y contribuciones esperadas, y se hace una valoración de cada uno de ellos. De esta forma, se establece el resultado final del proceso de investigación y se marcan las líneas de investigación futuras que se derivan de la realización de la tesis.



# Capítulo 7

## Conclusiones y trabajo futuro

*Advertid, hermano Sancho, que esta aventura y las a ésta semejantes,  
no son aventuras de ínsulas sino de encrucijadas.*

Miguel de Cervantes Saavedra

En este capítulo se realiza una síntesis de todo el trabajo realizado a lo largo de esta tesis. Para ello, partimos de los objetivos fijados en el comienzo y las contribuciones propuestas para lograr materializarlos. Se discuten las aportaciones del trabajo, basándose en los resultados obtenidos del caso práctico llevado a cabo para su evaluación. Como fruto de este trabajo, se han abierto una serie de líneas de investigación que se plasman en la última sección a modo de ideas para un desarrollo futuro.

### **7.1. Un recorrido por el trabajo realizado en esta tesis**

El trabajo presentado en esta tesis tenía como objetivo general proponer un método — apoyado por ordenador — que permitiera ser capaz de obtener una medida del impacto de la innovación en el ámbito sanitario. De esta forma, los resultados obtenidos serían de gran ayuda para que el decisor político (*Policy Maker*) tuviera información previa que le fuera de utilidad a la hora de tomar la decisión de introducir una innovación en el sistema sanitario (más

allá de aquella que le proporcionan los análisis de coste-efectividad o coste utilidad actuales). Este objetivo general se descompuso en objetivos específicos que han sido abordados en los diferentes capítulos. Por ello, en esta sección haremos un recorrido por ellos, mostrando tanto la forma en la que fueron abordados, y los principales resultados que hemos obtenido.

En el capítulo 1 se aborda la caracterización de la innovación desde la definición del propio concepto, hasta la obtención del marco normativo que la regula y el estadístico que permite caracterizarla y medirla. Es un capítulo introductorio que pretende situar el problema a abordar en capítulos posteriores, ya que el objetivo que persigue es determinar las fuentes de medida que existen actualmente para medir el efecto que la innovación tiene en las organizaciones (cumpliendo por tanto el Obj. 1). Siguiendo con la introducción, el capítulo 2 sitúa el proceso de innovación de una organización, encarando los diferentes elementos que lo componen y detallando cómo es la relación existente entre la organización que desarrolla una innovación y su entorno más cercano. Esto es importante porque la actividad de innovación afecta no sólo a la organización que la desarrolla, sino también a su entorno, por lo que es importante caracterizar el Sistema Nacional de Innovación así como el regional (Obj. 2).

Definido el entorno de operación de la empresa, en el capítulo 3 se analizan las diferentes experiencias de evaluación de la innovación desde la perspectiva de resultados (*outcomes*) e impacto llevados a cabo en los últimos años a efectos de identificar las características de cada aproximación y determinar si responden o no a los objetivos perseguidos en la tesis. Del análisis de ellas obtenemos que la gran mayoría de las aproximaciones a la evaluación del impacto de la innovación tienen un enfoque *ex-ante*, centrado en el análisis de políticas basados en el estudio de indicadores de innovación principalmente del EIS y de la EIT, por lo que el análisis que ofrecen, es a nivel macro —alejado del enfoque requerido para nuestra investigación—, y muy orientado a la evaluación a nivel cualitativo. No es sino a partir del estudio de los modelos Input / Output cuando podemos modelar la actividad de innovación como una actividad económica para poder determinar el impacto que dicha actividad económica tiene en la economía (Obj. 4) — como se desarrolla en el capítulo 5 —.

Sin embargo, un análisis de las áreas de impacto consideradas en las di-

ferentes metodologías de evaluación analizadas, nos permiten dar respuesta al Obj. 3 propuesto en la tesis, a la vez que sirven de base para el desarrollo de un marco teórico estructurado que permita la definición, descripción y caracterización de las áreas de impacto de la innovación en una organización (C1).

Tomando como base los análisis y propuestas planteadas hasta el momento, hemos diseñado una aproximación metodológica a la evaluación del impacto económico de la innovación en el territorio, ya que la modelización de la actividad de innovar como actividad económica, permite obtener los resultados del impacto en términos de agregados macroeconómicos como aportación al PIB, creación y mantenimiento de empleo, retornos a la hacienda pública a través de impuestos, etc. Además, hemos caracterizado el marco teórico de caracterización de las áreas de impacto de la innovación en una organización.

Por ello, mediante la triangulación propuesta por [Jic79], podemos caracterizar de forma holística el impacto que un proyecto de I+D+i tiene, tanto a nivel de la propia organización que lo desarrolla, como a nivel de impacto en la economía regional (C2).

Sin embargo, para que todas estas propuestas, incluyendo el marco de análisis, puedan utilizarse en la práctica real, es necesario caracterizar adecuadamente los gastos realizados en el desarrollo del proyecto, así como obtener información de primera mano de la organización (mediante la cumplimentación de un cuestionario y la posterior entrevista de control) que permita analizar de manera informática la información obtenida y generar un resultado de salida.

De esta forma, es posible caracterizar el efecto de la innovación en el lado vinculado a la economía regional. Sin embargo, en nuestro objetivo también es necesario caracterizar el impacto económico en un sector en concreto: el sanitario. Como se explica en capítulo 4, la regulación a la que está sometido el sector sanitario hacen que el proceso de introducción de una tecnología en el mismo requiera no sólo de un análisis económico que justifique su inclusión, sino también de un análisis coste-efectividad y coste-utilidad que garantice el cumplimiento de las evidencias clínicas necesarias. Por ello, en este capítulo se da respuesta al Obj. 5 mediante la identificación de los distintos tipos de valorización de tecnologías y metodologías de evaluación económica en el

ámbito sanitario, a través del análisis de la bibliografía existente en las bases de datos PUBMED, The cocharane Library, CRD (incluyendo DARE, HTA y NHS EED), MEDLINE, DAHTA, Econlit, Embase, BIOSYS Previews, el registro de análisis de coste-efectividad del departamento de salud de Reino Unido, así como búsqueda en revistas con índice de impacto como *Journal of Medical Systems*, *International Journal of Medical Informatics*, *Journal of Medical Internet Research*, entre otras.

Del resultado de este análisis, en el capítulo 5 se define un modelo de valorización de tecnologías para el ámbito sanitario que, mediante un proceso de identificación y asignación de los diferentes costes involucrados tanto en el desarrollo de la tecnología como en su proceso de implantación, permiten obtener una medida del impacto económico de la misma (Obj. 6). Dicho modelo parte del análisis de los costes de la tecnología y, ayudado por la modelización de un escenario clínico mediante los modelos de Markov, permite caracterizar el coste de la enfermedad a tratar. De esa forma, es posible obtener finalmente, una medida del impacto económico real que la introducción de la tecnología tendría sobre el Sistema Regional de Salud (C3).

Dado el enfoque práctico propuesto en la tesis, se propone la aplicación del modelo sobre un caso real de estudio. Para ello, en el capítulo 6 se selecciona un proyecto de I+D+i que, entre sus múltiples objetivos y resultados, persigue el desarrollo de una aplicación móvil para el seguimiento y monitorización de enfermedades cardiacas (CardioManager), al objeto de tratar de medir el impacto socio-económico que tendría la introducción de esta tecnología en el ámbito sanitario de Castilla y León<sup>1</sup> (Obj. 7). Dados los requerimientos del sector sanitario, optamos por realizar una evaluación ex-ante para el análisis de la dimensión política, y ex-post para la dimensión empresarial (ya que el proyecto ha finalizado y por tanto, es posible obtener toda la información del mismo).

Tras la aplicación del modelo desarrollado al caso seleccionado, se obtienen los siguientes resultados:

- La incorporación de la herramienta CardioManager no pretende sustituir ningún tratamiento ya prescrito a una muestra de pacientes, sino

---

<sup>1</sup>Se selecciona Castilla y León por ser la región donde se desarrolla el proyecto.

que lo complementa, e incide en un mayor conocimiento y conciencia de la enfermedad por parte del paciente. Por ello, la incorporación de la tecnología genera un Coste-Utilidad de 9.313 AVAC. Esto es, un coste de 9.313€ por cada año de vida adicional ajustado por calidad.

- El coste de incorporar CardioManager a la muestra considerada en el caso real es de 81.900€, considerando tanto los costes de desarrollo, como costes adicionales y ajustes necesarios (tal y como establece el modelo desarrollado). Esta inversión, genera unos ahorros al Sistema Sanitario Regional de aproximadamente 5,8 millones de euros.
- Cada euro invertido en el desarrollo de CardioManager, genera un ahorro al sistema sanitario por paciente de 950€.
- Desde el punto de vista regional, destinar una inversión de 23.000€ en incentivo para el desarrollo de la aplicación móvil, genera dos puestos de trabajo cualificados de forma directa, y ayuda a mantener el 60 % de la jornada laboral equivalente de un puesto de trabajo adicional.
- La inversión en I+D+i de la Administración Pública ha permitido que cada euro invertido en desarrollar la aplicación móvil, genere 1,6€ en la economía, mediante relaciones entre los diferentes sectores. Por tanto, se genera un aporte al PIB de aproximadamente 37.000€ y unos retornos a la hacienda pública (mediante impuestos) de casi 6.000€ (ver Capítulo 6).
- Desde el punto de vista del análisis del impacto del proyecto en la organización que lo ejecuta, podemos apuntar que el impacto que ha supuesto la realización del proyecto de I+D+i para la organización ha sido muy leve, dado que dicha organización tiene una larga trayectoria en desarrollo de proyectos de I+D+i. Sin embargo, caben resaltar los siguientes resultados:
  - En el área de **Cultura**, se ha producido un leve incremento del efecto del proyecto en los RR.HH, provocado en gran medida por las incorporaciones derivadas de la ejecución de dicho proyecto.
  - El área de **Gestión** ha sido sin duda el área que más impacto ha recibido, entre otras razones por la consolidación del proceso de innovación en la propia organización, que deriva, entre otras razones,

en un incremento en la formación recibida en materia de I+D+i de los investigadores y una mejora de los procesos de gestión y retención de talento. Dado el bajo importe del proyecto, es de esperar que el impacto en la financiación de la organización no se haya visto muy afectado.

- El bloque **Estrategia**, ha tenido un impacto desigual, aunque significativo, ya que la ejecución del proyecto ha provocado la redefinición o actualización del modelo de negocio de la organización. Sin duda alguna, este impacto genera efectos tanto en las acciones de cooperación que lleva a cabo la organización, como el alineamiento de la estrategia de innovación con los objetivos de la organización.
- El impacto en **Resultados**, como comentamos en la sección anterior, es bajo, aunque es esperable que cambie con la introducción de la herramienta en el mercado.

Por ello, como resultado de la C7, obtenemos que la aplicación del modelo de evaluación desarrollado permite caracterizar de una forma holística los diferentes impactos que el desarrollo de un proyecto de I+D+i tiene en el sector sanitario, como era nuestro objetivo inicial en la tesis.

## 7.2. Contribuciones de la tesis

En esta sección hacemos un resumen de las contribuciones y propuestas que hemos presentado en esta tesis, incluyendo una breve discusión sobre cada una de ellas.

### 7.2.1. Caracterización de las áreas de impacto en una organización

Como se mencionó en el capítulo 5, este marco constituye una de las principales contribuciones teóricas de la tesis, ya que responde al análisis de las diferentes áreas de una organización que se ven afectadas por la realización

de la actividad de I+D e I+D+i. Al hablar de organización, es válida la dimensión pública y/o privada, ya que en cualquiera de ellas, la estructura de funcionamiento es similar (ver Figura 7.1).



Figura 7.1: Áreas de impacto seleccionadas para el análisis en la organización.  
Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de marco teórico estructurado que permita de forma sencilla, la definición, descripción y caracterización de las áreas de impacto de la innovación en una organización es novedosa y original, porque permite aglutinar en una misma estructura aspectos estáticos — definición de objetivos y la descripción de su contexto de aplicación— con aspectos dinámicos difícilmente medibles con las aproximaciones analizadas en la tesis — impacto en la cultura de la organización, su estrategia, e incluso su nivel de relación con el entorno—. Además, las áreas de impacto seleccionadas permiten obtener una imagen global del impacto de la realización de un proyecto de I+D+i más allá del análisis de los indicadores cuantitativos (asociados normalmente a aspectos financieros).

La caracterización del impacto en la organización a través de la definición de un conjunto de indicadores cuyo valor se obtiene de un cuestionario diseñado, permite que la información a obtener pueda ser tratada de forma automática y manejada computacionalmente. Por otra parte, es destacable la

flexibilidad de la estructura, dado que es muy sencillo añadir o adicionar bloques de análisis al modelo, de manera que pueda utilizarse el mismo modelo de análisis de impacto, para ver la evolución de la organización a lo largo del tiempo tanto en algún bloque en concreto, o incluso profundizar o establecer un bloque adicional (piense el lector por ejemplo en el relativo a la Responsabilidad Social Corporativa, por citar alguna).

Esta contribución ha dado lugar a su aplicación en el ámbito empresarial, caracterizando el impacto cualitativo de la ejecución de proyectos en el marco de incentivos nacionales a la I+D+i. [Del09b, Del09a, XXI12, XXI14]

### **7.2.2. Modelo de evaluación del impacto de la I+D+i en una organización y en la economía**

La segunda contribución de la tesis pretendía obtener un modelo global que mostrase, a nivel socio-económico, el impacto que la ejecución de un proyecto de I+D+i tiene tanto en la organización que lo ejecuta como en la economía local y regional. Esta propuesta tan ambiciosa nace de la carencia que existe en la actualidad de modelos de evaluación que permitan obtener no sólo aquellos aspectos cuantitativos derivados de la ejecución del proyecto (cumplimiento de resultados, etc.), sino a su vez, obtener la contribución que la propia actividad de innovar, tiene tanto a nivel interno de organización como a nivel externo.

Para ello, en la tesis se lleva a cabo un análisis *benchmark* muy extenso donde se analizan las diferentes aproximaciones metodológicas en materia de evaluación de impacto de las políticas de I+D+i, concluyendo que el estado del arte existente en materia de evaluación, no responde al objetivo principal de la tesis. Debido a esta razón, se diseña un modelo de evaluación que incide en dos aspectos clave del proceso:

- **Dimensión cuantitativa**, centrada en el análisis del efecto externo que el proceso de innovación tiene en el entorno de la organización que realiza la I+D+i. Para ello, mediante el análisis de agregados macroeconómicos (aportación al PIB regional, creación y mantenimiento de empleo, retornos a la hacienda pública) es posible determinar el efecto que la propia

innovación tiene más allá de la organización. Esta dimensión de análisis es posible realizarla adaptando la metodología de los modelos Input / Output al proceso de innovación. Para ello, se caracteriza el proceso de innovación como si fuera uno de los diferentes sectores que aparecen en las tablas y, mediante un análisis del gasto real incurrido en el proyecto, es posible estimar el efecto que la innovación tiene en el resto de sectores productivos.

- **Dimensión cualitativa.** De la contribución anterior, se caracterizan las cinco áreas de impacto del proyecto en una organización tal y como se obtiene de la sección 7.2.1.

### 7.2.3. Modelo de valorización de una tecnología en el ámbito sanitario

La tercera contribución de la tesis se centraba en obtener un modelo de valorización de una tecnología en el ámbito sanitario. Para ello, se realiza un análisis exhaustivo de modelos de valoración de tecnologías y se establece un modelo que, estructurado en dos grandes pilares, responde a los requerimientos que tenemos:

- **Análisis del entorno de aplicación.** Es importante caracterizar el entorno donde se realiza el análisis. Por ello, tras el análisis de la literatura definimos como bloques de análisis los siguientes:
  - Población objetivo. Al objeto de determinar adecuadamente el coste de la muestra, es necesario establecer unos parámetros básicos que permitan ajustar la muestra seleccionada. Entre ellos, el ajuste por adherencia, por tipología de enfermedad (crónica vs. aguda), así como el ajuste de la muestra (en tamaño), condicionan en gran medida la aplicación del método.
  - Horizonte temporal. Necesario para poder caracterizar adecuadamente los efectos (esperados o no) que aparecen por la utilización de la tecnología en la gestión de la enfermedad. Para ello, el modelo considera un horizonte temporal entre 1 y 3 años.

- **Caracterización del coste de la enfermedad.** Para ello, utilizamos los datos de [MdS14,RSG<sup>+</sup>99], ya que es importante determinar en términos de costes y plazos, las siguientes partidas:
  - Monitorización. Consideramos como coste únicamente el coste de la consulta para realizar los chequeos periódicos. No se considera por tanto coste de pruebas y diagnóstico — electrocardiograma, perfil cardiaco, etc o cualquier otra prueba requerida.—, ya que éstas están consideradas dentro del coste de los servicios hospitalarios por realizarlas allí.
  - Hospitalización, que contabiliza: atención en urgencias, pruebas diagnósticas, ingreso, consultas de seguimiento diario durante el tiempo de hospitalización, y coste por derivaciones de centro de atención primaria a hospital (tanto para zona rural como urbana). Consideramos una estancia media obtenida de [MdS14].
  - Re-ingresos. Para las re-hospitalizaciones, en función de la muestra seleccionada se determina si ha existido o no intervención de cirugía ó complicaciones adicionales, y se aplica posteriormente la media del número de días que ofrece [MdS14].
  - Atención extra-hospitalaria. Se considera como coste el gasto por paciente, es decir, en el caso de Castilla y León, el gasto por paciente que ofrece [MdS14].

#### 7.2.4. Modelo de evaluación del impacto de innovación en el ámbito sanitario

Finalmente, la última contribución de la presente tesis estaba centrada en proporcionar un modelo de evaluación del impacto de la innovación en el ámbito sanitario. Este modelo, constaría de dos dimensiones de análisis que, combinadas, dan lugar a un resultado único que se puede interpretar.

Para ello, de la contribución C3, se obtiene el impacto económico en ahorros para el sistema sanitario que genera la incorporación de una innovación tecnológica a la cartera de servicios sanitarios (para el tratamiento y seguimiento de una patología en concreto). Para ello, la contribución enfatiza el

hecho del mantenimiento de los resultados de coste-efectividad y coste utilidad que permitan ser una opción competitiva para que el *Policy Maker* pueda plantearse su incorporación. Una vez asegurado el ámbito clínico, el modelo desarrollado genera el desglose de las diferentes partidas de gasto que se ven afectadas por la incorporación de la tecnología.

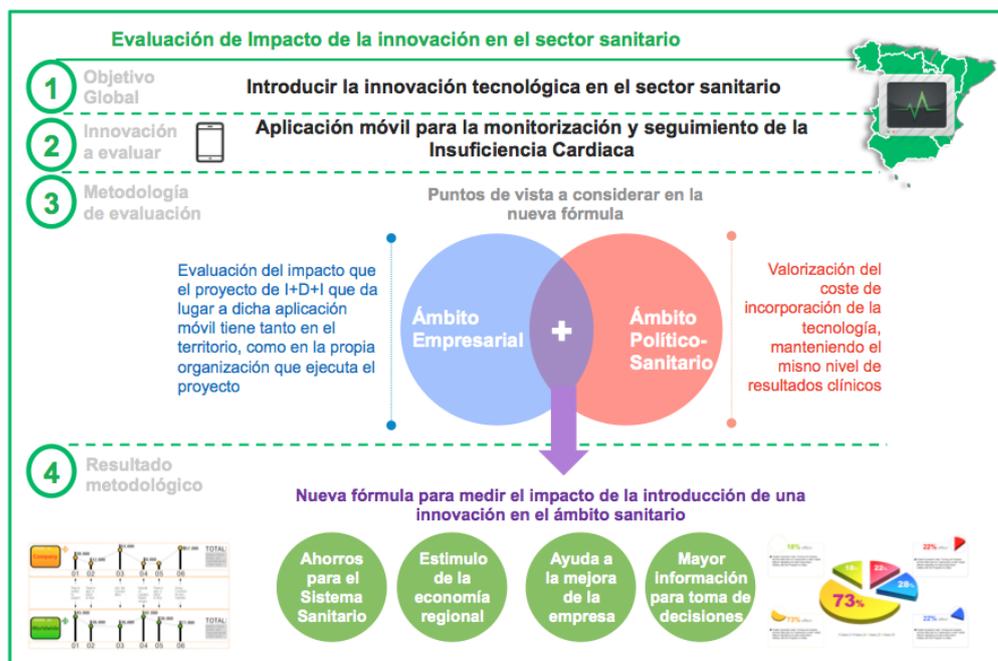


Figura 7.2: Proceso global de evaluación de la I+D+i en el ámbito sanitario. Fuente: Elaboración propia.

Complementando el análisis del impacto con los resultados obtenidos del análisis del impacto de la I+D+i en el tejido productivo de la región (mediante el análisis del impacto del proyecto de I+D+i que genera la innovación tecnológica), el método desarrollado permite establecer no sólo el ahorro en costes de la tecnología, sino también el desarrollo del tejido empresarial de la región.

### 7.3. Trabajo futuro

Las cuestiones abordadas en esta tesis (evaluación del impacto de la I+D+i, estudios de coste-efectividad y coste-utilidad, regulación, etc.) siguen

siendo motivo abierto de investigación en la comunidad, tal y como se puede apreciar en algunas publicaciones recientes. De las fuentes de información utilizadas en la tesis, sólo en materia de evaluación económica en sanidad (farmacoeconomía) existen más de 1.000 publicaciones que intentan desarrollar, en mayor o menor medida, modelos que caractericen el impacto económico de la incorporación de una innovación frente a otra existente, así como a la generación de información que ayude al decisor político a elegir entre diferentes alternativas tecnológicas [P<sup>+</sup>05]. El modelo de evaluación de la tecnología desarrollado para medir el impacto económico de una tecnología desde la dimensión pública, se ha utilizado para la realización de un análisis *ex-ante*, por lo que es necesario aplicar el mismo a otros escenarios y situaciones que permitan su mejora y adaptación.

De igual forma, el capítulo 3 ha mostrado que existen actualmente multitud de aproximaciones para intentar determinar el impacto que la innovación tiene tanto a nivel global de política (más allá del cumplimiento e objetivos para los que la política ha sido diseñada), como desde el aspecto científico y técnico. Por otra parte, la utilización de los modelos Input / Output como solución para medir el impacto de la actividad de innovación presenta no obstante algunas limitaciones que nos sirven para proponer una serie de líneas de investigación y trabajo futuro en esta dimensión de estudio de la metodología.

Teniendo en cuenta estas inquietudes y el trabajo desarrollado en la tesis, exponemos a continuación una serie de líneas de investigación y trabajo futuro. Estas líneas apuntan en dos direcciones diferentes pero relacionadas entre sí de forma directa. Por un lado, consideramos oportuno desarrollar el trabajo planteado en la tesis, mejorando las propuestas presentadas, así como la mejora y optimización de la herramienta de análisis (realizada en Microsoft Excel). Una segunda línea de investigación futura se centra en la aplicación de las propuestas presentadas en la tesis a otros escenarios y propósitos (evaluación de seguimiento y/o *ex-post*). Presentamos a continuación cada una de ellas:

- a) **La elaboración de una nueva versión de la herramienta de análisis INNFACTA, capaz de integrar ambas dimensiones de evaluación consideradas en la tesis.**

Como hemos desarrollado en la tesis, al utilizar dos dimensiones de análisis (lado político y empresarial) que requieren información de entrada diferente, se consideró apropiado desarrollar el modelo informático de forma desagregada. Por ello, calcular el impacto total requiere de cálculo manual que permita integrar ambos resultados. Sin embargo, es posible integrar ambas dimensiones de análisis en una única herramienta de la siguiente forma:

- Envío y recepción automática del cuestionario de análisis del impacto cualitativo del proyecto en la empresa. De esta forma, es posible integrar la herramienta con otras herramientas de análisis y optimizar el proceso de recogida de datos.
- Dado que el modelo de impacto económico desde la dimensión política requiere del coste de desarrollo de la innovación (y este coste se obtiene directamente del análisis del gasto del proyecto que da lugar a la tecnología), es posible incorporar en la misma las dos dimensiones de análisis para simplificar el proceso de cálculo y, por tanto, del manejo de la misma.

b) **Aplicación de las propuestas presentadas en la tesis a otros escenarios con otros propósitos.**

Hemos mencionado anteriormente que el análisis que se ha realizado en el caso práctico para la evaluación de la tecnología es un análisis *ex-ante*. Continuando con esta idea, sería deseable poder realizar la aplicación de la metodología a un momento temporal diferente para poder tener una medida de la desviación de la misma y la fiabilidad de los resultados obtenidos. Teniendo en cuenta que el análisis se centra en una muestra muy bien definida [CMPTD<sup>+</sup>14], como trabajo futuro se plantea la introducción real de la aplicación en la muestra considerada y la monitorización durante el periodo de análisis (12 meses), para obtener datos reales que permitan caracterizar el impacto “real” que ha tenido la introducción de dicha tecnología. Dado que la herramienta está finalizada, se plantea como continuación de los trabajos realizar dicho estudio de seguimiento.

Por otra parte, el análisis del impacto de la I+D+i en la dimensión empresarial es posible aplicarlo a otros ámbitos y actuaciones. De hecho, es

una herramienta interesante para que el decisor político pueda integrar en sus sistemas. De esa forma, es posible obtener el impacto que el incentivo total concedido a un conjunto de empresas tiene en la región en relación al crecimiento del empleo, transformación empresarial, aporte al PIB, etc. En concreto, esta herramienta se ha aplicado con éxito<sup>2</sup> en la evaluación del impacto del Programa ERANETs [XXI14], la evaluación del impacto de la actividad de I+D+i del Parque Tecnológico de Andalucía [Del09a] y al análisis del Programa Innoempresa [XXI12]. Como línea de investigación futura se plantea la adaptación de la metodología para poder medir el impacto del proyecto 3 años después de su finalización, de forma que sea posible comparar la evolución que ha tenido la organización que ejecutó el proyecto en ese tiempo.

---

<sup>2</sup>Modificando la dimensión cualitativa de análisis y adaptando las áreas de impacto al objetivo de la evaluación.

# Bibliografía

- [ACM<sup>+</sup>02] J.M. Albertos, I. Caravaca, R. Méndez, et al. Desarrollo territorial y procesos de innovación socioeconómica en sistemas productivos locales. *En Sánchez, J.L., J. Aparicio y J.L. Alonso (coords.), Recursos territoriales y geografía de la innovación industrial en España. Salamanca: Universidad de Salamanca*, pages 15–60, 2002.
- [AMC<sup>+</sup>06] M. Anguita, J. Muñiz, M.G. Crespo, et al. Prevalencia de la insuficiencia cardiaca en España: un estudio poblacional. Resultados del estudio de prevalencia en la insuficiencia cardiaca en España (PRICE). *Rev Esp Cardiol*, 59 (Supp. 2):57, 2006.
- [AOA<sup>+</sup>02] García A., J.M. Ollé, F. Antoñanzas, et al. The social cost of illegal drug consumption in Spain. *Addiction.*, 97:1145–1153, 2002.
- [Arr62] K. Arrow. *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Universities-National Bureau, 1962.
- [ASM<sup>+</sup>13] J.M. Abellán, F.I. Sánchez, J.E. Martínez, et al. *El sistema sanitario público en España y sus comunidades autónomas: sostenibilidad y reformas*. Fundación BBVA - Ivie, España, 2013.
- [Bas69] F.M. Bass. New Product Growth Model for Consumer Durables. *Management Science*, pages 215–227, 1969.

- [Bas80] F.M. Bass. The Relationship Between Diffusion Rates, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovations. *Journal of Business*, 53:551–567, 1980.
- [BCH96] H. Braczyk, P. Cooke, and R. Heidenreich. Regional Innovation Systems. The Role of Governances in a Globalized World. *London, University College London Press*, 1996.
- [BdQ04] F. Bernaldo de Quirós. Planteamiento de una guía de evaluación, en base al uso de una tabla input-output multiregional sectorial., 2004.
- [BFG+09] A. Beltrán, R. Forn, L. Garicano, M.M. Martínez, et al. *Impulsar un cambio posible en el sistema sanitario*. McKinsey&Company - Fedea, España, 2009.
- [BGR+05] M. Brosa, R. Gisbert, J.M. Rodríguez, et al. Principios, métodos y aplicaciones del análisis del impacto presupuestario en el sector sanitario. *Pharmacoeconomics - Spanish Research Articles*, 2 (2):65–78, 2005.
- [BOE86] BOE. Ley 14/1986, de 25 de abril, general de sanidad., 1986.
- [BOE97] BOE. Ley 6/1997, de 14 de abril, de organización y funcionamiento de la administración general del estado. [*On line*], [On line. Accesible a través de la URL: [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Admin/16-1997.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/16-1997.html)], 1997.
- [BOE98] BOE. Proyecto de adaptación sectorial del plan general de contabilidad aprobado por el real decreto 1643/1990, de 20 de diciembre, a las empresas de asistencia sanitaria, 1998.
- [BOE01] BOE. Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Boletín Oficial del Estado, 2011.
- [BP83] J.R. Beck and S.G. Pauker. The Markov process in medical prognosis. *Med Decis Making*, 3:419–458, 1983.

- [BR60] A.T. Bharucha-Reid. Elements Of The Theory of Markov Processes And Their Applications. *McGraw Hill Series in Probability and Statistics*, 1960.
- [BS98] A. Briggs and M. Sculpher. An introduction to Markov modelling for economic evaluation. *Pharmacoeconomics*, 13:397–409, 1998.
- [BS02] M. Boden and E. Stern. User Perspectives; en G. Fahrenkrog, G. et al. (eds.): RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies. *European Commission-Joint Research Centre, IPTS*, pages 1–14, 2002.
- [BSB94] A. Briggs, M. Sculpher, and M. Buxton. Uncertainty in the economic evaluation of health care technologies: the role of sensitivity analysis. *Health Econ*, 3:95–104, 1994.
- [BWW<sup>+</sup>06] C. Basit, J. Wang, S. Wu, et al. Systematic review: Impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Improving Patient Care. U.S Department of Health and Human Services (HHS). Agency for Healthcare Research and Quality*, 144:E:12–22, 2006.
- [CDT09] CDTI. *Impacto de la I+D+i en el sector productivo español*. Departamento de estudios. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, 2009.
- [CEE98] CEEFT. Análisis de Impacto Económico de los Puertos de Barcelona y Tarragona., 1998.
- [CEF14] CEF. Análisis de costes para la toma de decisiones en el sector sanitario., 2014.
- [CGE08] P. Cooke, M. Gúmez, and G. Etxebarria. Regional Innovation Systems: Institutional and Organizational Dimensions. *Research Policy*, 26,n<sup>o</sup> 4-5:475–491, 2008.
- [Cha75] S. Chang. Ind efense of port economic impact studies. *Transportation Journal*, 1975.
- [Cla98] P.M. Clarke. Cost-benefit analysis and mammographic screening. a travel cost approach. cita. *Journal on Health Economic*, 17(6):767,787, 1998.

- 
- [CLC01] J.I. Castillo, L. López, and M. Castro. El Impacto Económico del Puerto de Ceuta sobre la Economía Ceutí., 2001.
- [Cli04] S.G. Clifford. Introduction to Health Technology Assessment. *HTA 101*, 2004.
- [CM70] D.R. Cox and H.D. Miller. The Theory Stochastic Processes. *Met-huen*, 1970.
- [CMPTD<sup>+</sup>14] J.A. Cano, B. Martínez-Pérez, I. Torre-Díez, et al. Economic impact assessment from the use of a mobile app for the self-management of heart diseases by patients with heart failure in a spanish region. *Journal of Medical Systems*, 2014.
- [CN<sup>+</sup>10] M. Casper, J.B. Nwaise, I. Croft, et al. Geographic disparities in heart failure hospitalization rates among medicare beneficiaries. *J Am Coll Cardiol*, 55(4):294–299, 2010.
- [CO<sup>+</sup>06] D. Constenla, M.S. O’Ryan, M. Navarrete, et al. Potential cost effectiveness of a rotavirus vaccine in Chile. *Rev. méd. Chile*, 134, n.6:679–688, 2006.
- [COT11] COTEC. *Gestión económica de la I+D empresarial y de la innovación*. Publicaciones COTEC, 2011.
- [D02] M. A. Díez. Evaluating New Regional Policies. Reviewing the Theory and Practice. *Evaluation (8,3)*, pages 285–305, 2002.
- [dCdM09] Cámara de Comercio de Madrid. Análisis comparativo del Sistema Español de I+D+i, 2009.
- [Del09a] Deloitte. Evaluación del impacto del Plan Nacional de I+D+i. Evaluación del Impacto del Parque Tecnológico de Andalucía. Parque Tecnológico de Andalucía, 2009.
- [Del09b] Deloitte. Evaluación del impacto del Plan Nacional de I+D+i. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación, 2009.
- [DFN<sup>+</sup>98] G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, et al. Technical Change and Economic Theory. *London, Frances Printer y New York, Columbia University Press*, 1998.
-

- [Dos82] G. Dosi. Technological Paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, 11:147–162, 1982.
- [DST<sup>+</sup>05] M.F. Drummond, M.J. Sculpher, G.W. Torrance, et al. Methods for the economic evaluation of health care programmes, 2005.
- [Dur99] A. Durán. Geografía de la innovación, Madrid, Libros de la Catarata. Edquist, C. (1997): Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations. *London, Pinter*, 1999.
- [EC95] EC. Boletín de la Unión Europea. Suplemento 5/95. Libro verde sobre la Innovación, 1995.
- [Edq97] C. Edquist. Government technology procurement as an instrument of technology policy. *London, Pinter*, pages 1–35, 1997.
- [EHM01] C. Edquist, L. Hommen, and M. McKelvey. Innovation and employment: Process versus product innovation. *Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK*, 2001.
- [EORB10] J. Espín, J. Oliva, and J.M. Rodríguez-Barrios. Esquemas innovadores de mejora del acceso al mercado de nuevas tecnologías: los acuerdos de riesgo compartido. *Gaceta Sanitaria*, 24(6):491–497, 2010.
- [EU01] EU. Innovation and SME Programme. Workprogramme-2001. Comisión Europea, 2001.
- [EU04] EU. Reglamento (CE) n<sup>o</sup> 1450/2004, por el que se aplica la decisión n<sup>o</sup> 1608/2003/CE del parlamento europeo y del consejo en lo que respecta a la producción y el desarrollo de estadísticas comunitarias sobre innovación. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 2004.
- [EU05] EU. Relanzamiento de la Estrategia de Lisboa, 2005.
- [EU09] EU. Evimp-2: Analysing the outcomes of ec funded projects under fp5. *European Communities*, 2009.
- [EU14] EU. Estrategia europa 2020, 2014.
- [Eur03] Comisión Europea. Diario oficial de la comisión europea del 6 de mayo de 2003, 2003.

- 
- [F<sup>+</sup>09] Fisher et al. The impact of publicly funded research on innovation. An analysis of European Framework Programmes for Research and Development, 2009.
- [Fah02] G. et al. Fahrenkrog. Rtd evaluation toolbox. assessing the socio-economic impact of rtd-policies. *Sevilla, European Commission-Joint Research Centre, IPTS*, 2002.
- [FdC02] R. Fernández de Caleyá. Los comienzos de la evaluación científica en españa. *Sevilla, European Commission-Joint Research Centre, IPTS*, Quark:22–23, 2002.
- [FdL96] F. Fernández de Lucio, L. y Conesa. Estructura de interfaz en el sistema español de innovación. su papel en la difusión de tecnología. *España, Universidad Politécnica de Valencia*, 1996.
- [FMF<sup>+</sup>12] M.H. Forouzanfar, A.E. Moran, A.D. Flaxman, et al. Assessing the global burden of ischemic heart disease, part 2: analytic methods and estimates of the global epidemiology of ischemic heart disease in 2010. *Glob Heart*, 7(4):331–342, 2012.
- [FMP<sup>+</sup>05] J.I. Fernández, M.L. Martí, R. Puertas, et al. Evaluación del Impacto Socioeconómico. Informe final. Proyecto: GESINPORTS: Gestión integrada y sostenible de los puertos de recreo del Mediterráneo, 2005.
- [Fre84a] Ch. Freeman. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Pitman, 1984.
- [Fre84b] R.E. Freeman. *Strategic Management: A Stakeholder Approach (Pitman Series in Business and Public Policy)*. Harpercollins College Div, EE.UU, January 1984.
- [Fre87] Ch. Freeman. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. CLondon. Pinter, 1987.
- [Fre94] R.E. Freeman. The politics of stakeholder theory. *Business Ethics Quarterly*, 4 (4):409–421, 1994.
- [Fre02] J. Frechtling. *The 2002 User-Friendly Handbook for Project Evaluation*. NSF 02-057. Arlington, VA: National Science Foundation, 2002.
-

- [Gam07] L. Gamir. Innovación y productividad. *Lid*, 2007.
- [GB93] A. Gafni and S. Birch. Guidelines for the adoption of new technologies: a prescription for uncontrolled growth in expenditures and how to avoid the problem. *Can Med Assoc J*, 148:913–917, 1993.
- [GCPR<sup>+</sup>11] O.U. Garay, J.E. Caporale, A. Pichón-Riviere, et al. Budgetary impact analysis in health: update with a model using a generic approach. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. [online]*, 28, n. 3:540–547, 2011.
- [Geo98] L. Georghiou. Issues in the evaluation of innovation and technology policy. *Evaluation*, 4,1.:37–52, 1998.
- [GMP<sup>+</sup>10] P.J. Gertler, S. Martínez, P. Premand, L.B. Rawlings, et al. La evaluación de impacto en la práctica, 2010.
- [Gon10] G. González. Metodología e indicadores para el análisis territorial de la innovación. su aplicación a andalucía. *Clm.economía*, 16:233–256, 2010.
- [Gri79] Z. Griliches. Issues in assesing the contribution of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 10:92–116, 1979.
- [Gri84] Z. Griliches. R&d, patents and productivity. *Chicago university Press. Chicago*, 1984.
- [Gri86] Z. Griliches. Productivity, r&d and basic research at the firmlevel in the 1970s. *American Economic Review*, 76:141–154, 1986.
- [Gro68] R.N. Grosse. Planning, Programming, and Budgeting. *Presentado en el panel: The Planning Process: Goal setting and Evaluation, as a part of the 1967 Health Conference of The New York Academy of Medicine, Planning for Community Health Services: Perspectives for Action, held at the Academy, April 20 and 21, 1967*, 44, No. 2, 1968.
- [GS<sup>+</sup>96] M.R. Gold, J.E. Siegel, et al. Cost-effectiveness in health and medicine., 1996.

- [GT97] P. Guerreri and A. Tylecote. Interindustry Differences in Technical Change and National Patterns of Technological Accumulation. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation, Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter, pages 107–129, 1997.
- [Hei01] J. Heijs. Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: Una aproximación teórica. Documento de trabajo n<sup>o</sup> 24. *Instituto de análisis industrial y financiero*. UCM, 2001.
- [HF91] C.H. Horngren and G. Foster. *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. Prentice Hall (Englewood Cliffs, N.J.), 1991.
- [Hil75] J. Hill. The economic impact of the port of baltimore and maryland. division of transport, business and public policy, 1975.
- [HJ92] S. Hart and J. Jurgen. Public health policy decisions on medical innovations: what role can early economic evaluation play? *Jena Economic Reserarch Papers*, 146(4):473–481, 1992.
- [HKG<sup>+</sup>04] Eichler H.G., S.X. Kong, W.C. Gerth, et al. Use of cost-effectiveness analysis in health- care resource allocation decision-making: how are cost-effectiveness thresholds expected to emerge? *Value Health*, 7(5):518–528, 2004.
- [HTH07] J. Hutton, P. Trueman, and C. Hensall. Coverage with Evidence Development: An examination of conceptual and policy issues. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 23:4:425–435, 2007.
- [IDC13] IDC. Press Release: Strong Demand for Smartphones and Heated Vendor Competition Characterize the Worldwide Mobile Phone Market at the End of 2012. [On line]. Accesible a través de la URL: <http://www.idc.com/>, 2013.
- [INE] INE. Encuesta sobre la innovación tecnológica de las empresas. instituto nacional de estadística. madrid. 1994, 1998, 2004, 2008, 2011.

- [INE14] INE. *Contabilidad Regional de España. Instituto Nacional de Estadística. Madrid. 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011.* [On line]. Accesible a través de la URL: <http://www.ine.es>, España, 2014.
- [INS13] INSEAD. Global Innovation Index 2013. The Local Dynamics of Innovation, 2013.
- [IT92] Meny I. and J.C. Thoenig. Las políticas públicas. *Editorial Ariel. Barcelona*, 1992.
- [Jaf86] A. Jafe. Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value. *American Economic Review*, 76:984–1001, 1986.
- [Jic79] T.D. Jick. *Mising Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action.* Cornell University, 1979.
- [JMJ09] Laage-Hellman. J., McKelvey. M., and M. Johansson. Analysis of Chain-linked Effects of Public Policy. Effects on research and industry in Swedish life sciences within innovative food and medical technology. *IMIT and University of Gothenburg, School of Business Economics and Law*, 2009.
- [JT96] M. Justman and M. Teubal. Foreword and introduction in teubal, m., foray, d., justman, m. and zuscovitch, e. *Technological Infrastructure Policy: an International Perspective.* Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [Jud95] K Judd. On the Performance of Patents. *Econometrica*, 3:567–585, 1995.
- [Klu51] C. Kluchkohn. Values and value-orientations in the theory of action: An exploration in definition and classification. in t. parsons & e. shils (eds.), toward a general theory of action. *Cambridge, MA: Harvard University Press*, 383-433, 1951.
- [KVMB02] A. Kleinknecht, K. Van Montfort, and E. Brouwer. The non-trivial choice between innovation indicators. *Economics of Innovation and New Technology*, 11:109–121, 2002.

- [Lan97] M Landabaso. "The promotion of Innovation in regional policy: proposals for a regional innovation strategy". *Entrepreneurship & Regional Development*, 9:1–24, 1997.
- [Leo51] W Leontief. *The Structure of the American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*. Second Edition, enlarged. New York: Oxford University Press, 1951.
- [LFD<sup>+</sup>07] A. Laupacis, D. Feeny, A. Detsky, et al. How attractive does a new technology have to be to warrant adoption and utilization? tentative guidelines for using clinical and economic evaluations. *Jena Economic Reserarch Papers*, 95, 2007.
- [Lim05] M.A. Lima, M.C Cardenete. Análisis de impacto de los fondos FEDER recibidos por una economía regional: Un enfoque a través de matrices de contabilidad social. *Presupuesto y Gasto Público*, 40:113–131, 2005.
- [LJA<sup>+</sup>01] B.A. Lundvall, B. Johnson, E.S. Andersen, et al. National systems of production, innovation and competence-building. *Presentado en DRUID, Aalborg, 12-15 Junio*, 2001.
- [LM99] C. Landabaso, M. and Oughton and K. Morgan. Learning Regions in Europe: Theory, Policy and Practice through the RIS., 1999.
- [LOA<sup>+</sup>10] J. López, J. Oliva, F. Antoñanzas, et al. Propuesta de guía para la evaluación económica aplicada a las tecnologías sanitarias. *Gaceta Sanitaria*, 24(2):154–170, 2010.
- [Log12] R. Logeswaran. Cost effective patient location monitoring system using webcams. *J Med Syst*, 36(5):399–407, 2012.
- [Lun92a] B. A. Lundvall. "Introduction". En Lundvall, B. A.(eds.), 1992.
- [Lun92b] B. A. Lundvall. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning, 1992.
- [MAG<sup>+</sup>03] D. Moñux, G. Aleixandre, F. J. Gúmez, et al. Evaluación del impacto social de proyectos de i+d+i: Guía práctica para centros tecnológicos. cartif y dpto. ingeniería de sistemas y automática (universidad de valladolid). [On line]. Accesible a través de la URL:

- <http://www.emp.uva.es/javier/pagina/pantallas/investigacion/evaluacion.pdf>, 2003.
- [Mai03] A. Mairate. La evaluación de los fondos estructurales: aspectos metodológicos y teóricos; en Ogando y Miranda: Evaluación de programas e iniciativas europeas: experiencias, nuevas orientaciones y buenas prácticas. *Valladolid, Instituto de Estudios Europeos de la Universidad de Valladolid*, 2003.
- [Mar05] M. Martínez. *Recursos y resultados de los sistemas de innovación: elaboración de una tipología de sistemas regionales de innovación en España*. UPM, 2005.
- [Mar11] A. Martínez. *Evaluación del impacto de las TIC en Salud*. Universidad Rey Juan Carlos, 2011.
- [Mar12] J.A. Marcos. Análisis de interacciones para la detección dinámica y el soporte de roles participativos en entornos CSCL aplicando técnicas basadas en SNA. Master's thesis, Universidad de Valladolid, 2012.
- [MDITCP<sup>+</sup>13] B. Martínez, I. De la Torre, S. Candelas-Plasencia, et al. Development and evaluation of tools for measuring the quality of experience (qoe) in mhealth applications. *J Med Syst*, 37(5):9976, 2013.
- [MDITLC<sup>+</sup>14] B. Martínez, I. De la Torre, M. López-Coronado, et al. Mobile clinical decision support systems and applications: a literature and commercial review. *J Med Syst*, 38(1):4, 2014.
- [MdS14] Política Social e Igualdad. Ministerio de Salud. Indicadores y estadísticas., 2014.
- [MIN14] MINECO. Financiación de la i+d e innovación en España., 2014.
- [MN99] K. Morgan and C. Nauwelaers. Regional Innovation Strategies. *London. The Stationery Office*, 1999.
- [Mon05] D. Monux. Integración de la evaluación de impacto social en las políticas regionales de i+d e innovación: Problemas conceptuales y estrategias metodológicas, 2005.

- 
- [MR89] L. Metcalfe and S. Richards. La modernización de la gestión pública. M.A.P. . *Madrid*, 1989.
- [Mul05] J. Mulet. La innovación, concepto e importancia económica. *Sexto Congreso de Economía Navarra*, pages 21–36, 2005.
- [Nav01] M. Navarro. Los Sistemas Nacionales de Innovación. Una revisión de la literatura. Documento de trabajo n<sup>o</sup> 26. *Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Universidad Complutense de Madrid*, 2001.
- [Nav02] M. Navarro. El marco conceptual de los Sistemas de Innovación Nacionales y Regionales. *Madrid. Monografía*, 4:87–102, 2002.
- [Nel77] S. Nelson, R.R. y Winter. In Search of a Useful Theory of Innovation. *Research Policy*, 6:36–76, 1977.
- [Nel93a] R.R. Nelson. National Innovation Systems: A Comparative Study. *New York. Oxford University Press*, 1993.
- [Nel93b] R.R. Nelson. A retrospective. *En Nelson, R. (eds)*, pages 505–523, 1993.
- [NKN<sup>+</sup>97] D. Naimark, M.D. Krahn, G. Naglie, et al. Primer on medical decision analysis: part 5. Working with Markov processes. *Med Decis Making*, 17:152–159, 1997.
- [NKOP06] H. Navarro, K. King, E. Ortegún, and J. F. Pacheco. Pauta metodológica de evaluación de impacto ex-ante y ex-post de programas sociales de lucha contra la pobreza. Aplicación Metodológica. *Santiago de Chile, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES)*, 2006.
- [NLA<sup>+</sup>11] M. Nebot, M.J. López, C. Ariza, et al. Evaluación de la efectividad en salud pública: fundamentos conceptuales y metodológicos. *Gaceta Sanitaria*, 25(Supl 1):3–8, 2011.
- [NRDJFZ<sup>+</sup>12] J.C Naveiro-Rilo, M.D. Díez-Juárez, L. Flores-Zurutuza, et al. La calidad de vida en los enfermos con insuficiencia cardiaca: visión desde atención primaria de salud. *Gaceta Sanitaria*, 26, n0.5:436–443, 2012.
-

- [NW82] R.R. Nelson and S.G Winter. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard university Press, 1982.
- [NYH] NYHA. New York Heart Association.
- [OA+09] Ortega-Argilés et al. R&D and Productivity: Testing Sectoral Peculiarities Using Micro Data, 2009.
- [OCD99] OCDE. Managing National Innovation Systems. *Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. París*, 1999.
- [OCD08] OCDE. Manual de OSLO: Comisión Europea, 2008.
- [OG03] J.L. Osuna and C. Grávalos, E. y Palacios. Modelos de protocolos para la evaluación de actividades de i+d e innovación. *FECYT. Madrid*, 2003.
- [OMR04] A. Oliver, E. Mossialos, and R. Robinson. Health technology assessment and its influence on health-care priority settings. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 20(1):1–10, 2004.
- [OMS13] OMS. *Enfermedades crónicas y promoción de la salud. Prevención de las enfermedades crónicas*. Organización Mundial de la Salud, [On line]. Accesible a través de la URL: <http://www.who.int/chp/chronic.disease.report/part1/es/>, 2013.
- [Opo90] K.A. Opoku. Economic impact of the port industry on the new york and new jersey metropolitan region, 1990.
- [OPT12] Fundación OPTI. *Una aproximación al Impacto económico de la innovación en el desarrollo del sector empresarial de la salud en España*. Fundación OPTI, España, 2012.
- [OR99] J. M. Owen and P. Rogers. Program evaluation. forms and approaches. *Sage. Londres*, 1999.
- [P+05] Pino et al. Evaluación del impacto de los proyectos de I+D+I realizados conjuntamente por los centros públicos de investigación y empresas de Andalucía, 2005.
- [P+09] Potters et al. Innovation input and output: Differences among sectors, 2009.

- 
- [Par02] M. Pardo. La evaluación del impacto social y ambiental para el siglo XXI. Teorías, procesos y metodología. *Fundamentos. Madrid*, 2002.
- [Pav94] K. Pavitt. What do firms learn from basic research. *En Foray, D. y Freenman, c (eds) (1993). Tomado de Freeman, C. (1994)*, 1994.
- [Por90] M. E. Porter. The Competitive Advantage of Nations. *London y Basingstoke. The Macmillan Press*, 1990.
- [Por98] M. E. Porter. Cúmulos y competencia. Nuevos objetivos para empresas, Estados e instituciones. En Porter, M. E. Ser competitivos. Nuevas aportaciones y conclusiones. *Bilbao. Ediciones Deusto*, pages 203–288, 1998.
- [PR02] W. Polt and J. Rojo. Evaluation methodologies. Introduction; en Fahrenkrog, G. et al., (eds.) (2002): RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies. *Sevilla, European Commission-Joint Research Centre, IPTS*, pages 65–70, 2002.
- [Pri02] C. Pritchard. The social and economic impact of emerging health technologies: mechanism for diffusion/uptake of technologies and evidence-based planning. *Organisation for Economic Co-operation and Development, Directorate for Science, Technology and Industry*, DSTI(2002)1/ANN1, 2002.
- [PSA08] J.L. Pinto, J.A. Sacristán, and F. Antoñanzas. Reflexiones sobre las reglas de decisión, coste-efectividad e impacto presupuestario. *Gaceta Sanitaria*, 22(6):585–595, 2008.
- [RF99] P. H. Rossi and M. W. Freeman, H. E.; y Lipsey. *Evaluation: A systematic Approach*. Sage. London, 1999.
- [Rip03] A. Rip. Societal Challenges for R&D Evaluation; en SHAPIRA, P. y Kuhlmann, S. (eds.): Learning from Science and Technology Policy Evaluation. *Chektenham, Edward Elgar Publishing Ltd*, pages 32–53, 2003.
- [Rom05] M.J. Romero. El impacto económico de la innovación en las empresas andaluzas. Master's thesis, Universidad de Sevilla, 2005.
-

- [RSG<sup>+</sup>99] A. Rivero, M.M. Sendino, J. García, et al. *Análisis y desarrollo de los GDR en el Sistema Nacional de Salud*. Ministerio de Salud, Política Social e Igualdad, 1999.
- [Rub90] C. Rubio. Los modelos de Markov en el análisis farmacoeconómico.. *En Wyeth-Lederle. Curso avanzado de farmacoeconomía. Ávila, 28 al 31 de Octubre*, 1990.
- [Rub00] C. Rubio. Introducción a la utilización de los Modelos de Markov en el análisis farmaeconómico. *Farm Hosp*, 24(4):241–247, 2000.
- [Rue99] R. Ruegg. Assessment of the at challenges and opportunity. *Washington DC, National Academy Press*, 1999.
- [Rui09] F. Ruiz. Medida del impacto de las políticas de I+D e Innovación. *Mediterráneo económico*, 17, 2009.
- [S99] J.M. Sánchez. *Cinzel, martillo y piedra. Historia de la ciencia en España (siglos XIX y XX)*. Taurus, Madrid, 1999.
- [Sch60] T. Schultz. Capital Formation by Education. *Journal of Political Economy*, 69:571–583, 1960.
- [Sch61] T. Schultz. Investment in Human Capital. *American Economic Review*, 1:1–17, 1961.
- [Scr91] M. Scriven. *Evaluation Thesaurus. Second Edition*. Edgepress, Box 69, Pt. Reyes, CA 94956, 1991.
- [Smi05] K.H. Smith. Measuring innovation. en the oxford handbook of innovation. *The Oxford Handbook of Innovation. New York: Oxford University Press*, pages 148–177, 2005.
- [Smi07] A. Smith. Transforming technological regimes for sustainable development: a role for appropriate technology niches? *SPRU Electronic Working Paper Series*, 28, 2007.
- [SSB<sup>+</sup>10] P. Simmonds, J. Stroyan, N. Brown, et al. The impact of the EU RTD Framework Programme on the UK, 2010.

- 
- [Sta98] R. Stake. The abridged version of case study research. *En L. Bickman, & D. J. Rog (Ed.)*, Handbook of Applied Social Research Methods. Thousand Oaks, California, EEUU: Sage Publications:229–259, 1998.
- [Sta06] R. Stake. *Multiple Case Study Analysis*. The Guilford Press, New York, EEUU, 2006.
- [Sto69] R. Stone. L’analisi dei Sistema economici, en D’Adda, c. y filippini, c.: Interdependenze Industriali e Politica Economica, 1969.
- [Tar03] M.A Tarancón. *Técnicas de análisis económico Input-Output*. Editorial Club Universitario, 2003.
- [Tas91] G. Tasse. The functions of technology infrastructure in a competitive economy. *Research Policy*, 20:345–361, 1991.
- [TBG92] C.N. Taylor, H. Bryan, and C. Goodrich. Social assessment: Theory, process and techniques. *Universidad de Lincoln, Centre for Resource Management. Lincoln*, 1992.
- [TDJ01] P. Trueman, M. Drummond, and Hutton J. Developing guidance for budget impact analysis. *Pharmacoeconomics*, 19:609–621, 2001.
- [Tic10] TicSalut. Catalan Remote Management Evaluation Project. Evaluation of the effectiveness in Catalonia for the remote management of patients with heart failure (motive), 2010.
- [Tra10] M.A. Trave. Gestión de costes en Centros Sanitarios: Diseño y aplicación del ABC al HSF. Master’s thesis, Universidad Rovira I Virgili, 2010.
- [TT05] F. Todtling and M. Tripl. One size fits all?: Towards a differentiated regional innovation policy approach. *Research Policy, Elsevier*, 34(8):1203–1219, 2005.
- [Uda91] M. Udaondo. Gestión de calidad. *Diaz de Santos. Madrid*, 1991.
- [VBR+98] F. Villar, J.R. Banegas, F. Rodríguez, et al. Las enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo en España: hechos y cifras. En: Donado Campos JM, Rodríguez Artalejo F. editores. Informe SEA 2003. *Med Clin (Barc)*., 110:321–327, 1998.
-

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [VC95] J. Villaverde and P. Coto. El Impacto Económico de las Infraestructuras de Transporte. el caso del Puerto de Santander, 1995.
- [Ver95] B. Verspragen. R&d and Productivity: A Broad Cross-section Cross-Country Look. *Journal of Productivity Analysis*, 6:117–135, 1995.
- [Wei98] M.C. Weinstein. Decision rules for incremental cost-effectiveness analysis. In: Jones AM, editor. The Elgar Companion to health economics. *Cheltenham: Edward Elgar*, pages 469–478, 1998.
- [WYL<sup>+</sup>12] K. Wang, K. Yamauchi, P. Li, et al. Cost-effectiveness of implantable cardioverter-defibrillators in brugada syndrome treatment. *J Med Syst*, 36(5):3283–3291, 2012.
- [XXI12] Avantia XXI. Evaluación del impacto del programa INNOEMPRESA. ministerio de Economía y Competitividad, 2012.
- [XXI14] Avantia XXI. Evaluación del impacto de las ERA-NETs. ministerio de Economía y Competitividad, 2014.



# Apéndice A

## Publicaciones a las que ha dado lugar la realización de la Tesis Doctoral

*Si no conozco una cosa, la investigaré.*

Louis Pasteur

La realización de la tesis doctoral ha dado lugar tanto a publicaciones en revistas internacionales indexadas en el *Journal Citation Report*<sup>1</sup>, jornadas y seminarios (tanto en ámbito público como privado), además de la aplicación práctica del modelo de evaluación del impacto de la innovación en el tejido empresarial.

A continuación, procederemos a desglosar cada una de las contribuciones realizadas por la tesis en cada uno de los ámbitos descritos.

### A.1. Revistas internacionales indexadas en el Journal Citation Report

- José Antonio Cano Martín, Borja Martínez Pérez, Isabel de la Torre-Díez, Miguel López-Coronado, “*Economic Impact Assessment from the*

---

<sup>1</sup><http://thomsonreuters.com/journal-citation-reports/>

*Use of a Mobile App for the Self-management of Heart Diseases by Patients with Heart Failure in a Spanish Region*, Journal of Medical System (Impact Factor: 1.783 (2012)), **Aceptado**.

## A.2. Jornadas y seminarios

- **José Antonio Cano**, “*Bridging Business and Science: Key factors in the Andalusian Case Study*”. Study Tour, University of Surrey, Guildford, 2006. United Kingdom, 2006.
- **José Antonio Cano**, “*Encourage the Information Society into SMEs through innovation: Key factors and impact in Regional Innovation Systems*”. Innov@Rural Project. European Workshop arranged by Innov@Rural (Spain), WIKOM (Wissens und Kompetenz-Management) — Germany — , Dynamizm i doswiadczenie-wsplne sterowanie zmiana — Poland — , PRISMA (Patto Risorse Innovazione Sviluppo Marsica) —Italy — , in the framework of the European Project “Esperanza”. Cracovia, 2006, Poland. 2006.
- **José Antonio Cano**, “*Kujawy-Pomorze Innovation Strategy: Key Factors and Impact Assesment indicators*”. Workshop del proyecto Europeo ”*Regional Innovation Strategy in Kujawy-Pomorze*”. Bydgoszcz, 2007, Poland, 2007.
- **José Antonio Cano**, “*Malta Technology Transfer Strategy: Lessons learnt*”. Workshop del proyecto Europeo ”*Regional Technology Transfer Strategy in Malta*”. Malta 2007.
- **José Antonio Cano**, “*Designing Impact Indicators for OMEN Methodology (Optimal Practices, Development Policies and Predictive Models for Regions in an Enlarged EU)*”. European Workshop about Innovation Assesment arranged by European Commision. Nicosia, 2007. Cyprus, 2007.
- **José Antonio Cano**, “*Andalusian Impact Assesment using OMEN Methodology (Optimal Practices, Development Policies and Predictive Mo-*

*dels for Regions in an Enlarged EU)*". European Workshop about Innovation Assesment arranged by European Commision. Prague, 2007. Czech Republic, 2007.

- **José Antonio Cano**, "*Innovation Finance. Campus Project*". International Workshop about Innovation Finance. European Regions Knowledge Based Innovation Network (ERIK). May 10 th. Brussels, 2007. Belgium, 2007.
- **José Antonio Cano**, "*ICT as motor for cooperation and innovation in collaborative networks: the andalusian case study*". The ESoCE-Net Industrial Forum: Co-Creative Innovation In Service-product development & solutions for creation and managing collaborative clusters, Rome 2007. Italy, 2007.
- **José Antonio Cano**, Francisco Bas, "*Comunicación de la innovación*". Jornada organizada por la Asociación de Directivos de Comunicación de España (DIRCOM). Madrid, 2013 .
- **José Antonio Cano**, Leopoldo Aznárez, Ignacio Niño, "*Ejercicio de Evaluación del impacto de un Parque Tecnológico: El caso del Parque Tecnológico de Andalucía*". Parque Científico de Madrid. Madrid, 2011.
- **José Antonio Cano**, Leopoldo Aznárez, "*Evaluación del impacto de proyectos de I+D e I+D+i financiados por la orden de Parques Científicos y Tecnológicos dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación*". Jornada organizada por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid, 2011.
- **José Antonio Cano**, Leopoldo Aznárez, "*Evaluación del impacto de proyectos de I+D e I+D+i de Corporación Tecnológica de Andalucía*". Jornada organizada por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (ahora Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo) de la Junta de Andalucía. Sevilla, 2010.
- **José Antonio Cano**, "*Gestión de la Innovación como palanca de competitividad para las empresas: aplicación al caso de las empresas vascas*". Seminario organizado por SPRI, del Gobierno Vasco para formación a directivos de empresas vascas en Gestión de la Innovación. Bilbao, 2010.

- **José Antonio Cano**, María Jesús Escobar, “*Evaluación del impacto de proyectos de I+D e I+D+i del 6PM*”. Jornada organizada por el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial. Madrid, 2009.
- **José Antonio Cano**, María Jesús Escobar, “*Evaluación del impacto del Plan Nacional de I+D+i*”. Jornada organizada por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid, 2009.
- **José Antonio Cano**, Antonio Urgal, “*Globalización, retos y financiación de la innovación*”. Jornada organizada por la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía IDEA, perteneciente a la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (ahora Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo) de la Junta de Andalucía. Sevilla, 2006.
- **José Antonio Cano**, Antonio Urgal, “*Financiación de la Innovación*”. Jornada organizada por la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía IDEA, perteneciente a la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (ahora Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo) de la Junta de Andalucía. Sevilla, 2006.

### A.3. Aplicación de la metodología a proyectos empresariales

El desarrollo de la metodología de evaluación del impacto de proyectos de I+D e I+D+i desde el punto de vista empresarial, salvo adaptaciones necesarias derivadas de la casuística del programa o proyecto a analizar, ha sido aplicada — con éxito — en los siguientes programas públicos y proyectos empresariales:

- Evaluación del Impacto del Parque Tecnológico de Andalucía. 2011 (Deloitte).
- Evaluación del impacto del programa INNOEMPRESA. Ministerio de Economía y Competitividad. 2012 (Avantia XXI Global S.L).
- Evaluación del impacto de las ERA-NETs. Ministerio de Economía y Competitividad. 2014. (Avantia XXI Global S.L).

# Apéndice B

## Listado de Acrónimos

*A fuerza de construir bien,  
se llega a buen arquitecto.*  
Aristóteles

**ANEP:** Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva

**ARISE:** *Accelerating Regional Innovation Strategy Exchanges*

**AVAC:** Años de Vida Ajustados por Calidad

**BN:** Beneficio Neto

**CAICYT:** Comisión Asesora de la Investigación Científica y Técnica.

**CDTI:** Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial

**CED:** *Coverage with Evidence Development*

**CEI:** Campus de Excelencia Internacional

**CIP:** Programa Marco para la Innovación y Competitividad

**CIS:** *Community Innovation Survey*

**CIT:** Centro de Innovación y Tecnología

**CSIC:** Consejo Superior de Investigaciones Científicas

- DAC:** Disposición a ser compensado
- DAFO:** Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.
- DAP:** Disponibilidad a Pagar
- ECI:** Encuesta Comunitaria de Innovación
- ECR:** Empresa de Capital Riesgo
- EIS:** Cuadro de Indicadores de Innovación Europeo
- EIT:** Encuesta de Innovación Tecnológica
- EMERIPA:** *European Methodology for Regional Innovation Policy Impact Assesment and Benchmarking*
- ESEE:** Encuesta sobre Estrategias Empresariales
- EUROCOOP:** *Regional Innovation Policy Impact Assessment and Benchmarking Process: Cooperation for Sustainable Regional Innovation*
- FECYT:** Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología
- FMI:** Fondo Monetario Internacional
- GII:** *Global Innovation Index*
- GSII:** *Global Science Innovation Index*
- I+D:** Investigación y Desarrollo
- I+D+I:** Investigación, Desarrollo e Innovación
- IASMINE:** *Impact Assessment Systems & Methodology for Innovation Excellence*
- ICONO:** Observatorio Español para la Ciencia y el Conocimiento
- IMPACTSCAN:** *Innovation Policy impact assessment at regional level: benchmarking for dissemination of differing performances to raise awareness of policy makers, to stimulate successful measures and good practice*

---

**INNOWATCH:** *Application of Technology Watch Methodology for Assessment of Regional-Innovation-Policy Impact of SMEs*

**IPC:** Índice de Precios al Consumo

**IUS:** *Innovation Union Scoreboard*

**LFA:** Análisis de Marco Lógico (*Logic Framework Analysis*)

**MERIPA:** *Methodology for European Regional Innovation Assessment*

**MICINN:** Ministerio de Ciencia e Innovación<sup>1</sup>

**MIP:** Modelos de Impacto Presupuestario

**MIT:** *Massachusetts Institute of Technology*

**MVC:** Método de Valoración Contingente

**NSF:** *National Science Foundation*

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

**OMB:** *Office of Management and Budget*

**OMEN:** *Optimal Practices, Development Policies and Predictive Models for Regions in an Enlarged EU*

**OMS:** Organización Mundial de Salud

**OPI:** Organismo Público de Investigación

**OTRIs:** Oficinas de Transferencia de los Resultados de la Investigación

**PDA:** *Personal Digital Assistant* (Asistente Personal Digital)

**PIB:** Producto Interior Bruto

**PITEC:** Panel de Innovación Tecnológica

**PM:** Programa Marco

---

<sup>1</sup>Este Ministerio ya está extinto. Sus competencias las ha asumido el Ministerio de Economía y Competitividad.

**PNA:** Planes Nacionales de Acción

**PPB:** *Programming Planning & Budgeting Systems*

**PT:** Parque Tecnológico

**PYME:** Pequeña y Mediana Empresa

**RCEI:** Razón Coste-Efectividad Incremental

**RIS:** *Regional Innovation Strategy*

**RITTS:** *Regional Innovation Technology Transfer Strategy*

**ROI:** *Return of Investment* (Retorno de la inversión)

**SCI:** *Science Citation Index*

**SNI:** Sistema Nacional de Innovación

**SRI:** Sistema Regional de Innovación

**STAR METRICS:** *Science and Technology for America's Reinvestment: Measuring the Effect of Research on Innovation, Competitiveness and Science*

**TARIC:** Tarifa Integrada Comunitaria<sup>2</sup>

**TIC:** Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

**TIO:** Tabla Input/Output

**TIR:** Tasa Interna de Retorno

**UE:** Unión Europea

**UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

**URL:** *Uniform resource locator*, o más comúnmente utilizado: dirección de internet.

**VAB:** Valor Agregado Bruto

---

<sup>2</sup>Es un instrumento cuya finalidad es determinar qué legislación aduanera comunitaria debe aplicarse a las importaciones y a las exportaciones

---

**VAN:** Valor Agregado Neto

**WIPO:** *World Intellectual Propertiy Organization*



## Apéndice C

# Cuestionario utilizado para el análisis de impacto cualitativo

*La grandeza del hombre radica en que es un puente y no un fin:  
lo que puede amarse en el hombre es que es un tránsito y un ocaso.*

Friedrich Nietzsche

Para el análisis del impacto cualitativo que la ejecución de un proyecto de I+D ó I+D+i ha tenido en una organización, se ha elaborado un cuestionario que se ha remitido on line a los responsables de la ejecución del proyecto bajo estudio. Dicho cuestionario está accesible a través de internet en la dirección: <https://es.surveymonkey.com/s/XZK37KS>.

No obstante, para facilitar la lectura y análisis del mismo, a continuación se listan el conjunto de áreas y preguntas que componen el mismo.

1. **Datos generales de la organización y el proyecto** En esta primera sección, el objetivo que se persigue es caracterizar tanto a la organización que ha participado en el proyecto, así como los datos básicos del proyecto desarrollado sobre el que se evaluará el impacto. Para ello, se recopila información sobre los diferentes planteamientos que utiliza la organización en su forma de desarrollar la I+D+i, rol que adquiere en el proceso, así como esquemas de financiación que conoce y utiliza.

- Seleccione cuál de las siguientes opciones define mejor a su organización:
  - Pyme
  - Gran empresa
  - Organismo Público de Investigación
  - Centro Tecnológico
  - Otro (especifique cual)
- Título y acrónimo del proyecto al que se refiere el presente cuestionario
- Plazo de ejecución (en meses)
- Fecha de comienzo del proyecto
- Presupuesto del proyecto
- % de incentivo recibido en el proyecto
- ¿Ha utilizado varias fuentes de financiación públicas para el proyecto?
  - Sí
  - No
- Seleccione el tipo de participación que ha tenido su organización dentro del proyecto al que se refiere la presente encuesta:
  - Líder - promotor del proyecto
  - Socio
  - Colaborador
  - Subcontratista
  - Otro (especifique por favor)
- ¿Participa su organización, de forma habitual, en proyectos de I+D ó I+D+i nacionales o internacionales?
  - Sí, tanto en programas nacionales como internacionales de I+D
  - Sí, pero sólo en programas nacionales
  - Sí, pero sólo en programas regionales
  - No, este era el primer proyecto en el que participaba mi organización

- 
- Otro (por favor, especifique)

2. **Datos del proyecto** En esta sección se pretende adquirir mayor información sobre el proyecto. Para ello, se persigue determinar el origen del proyecto, los diferentes actores (conocidos o no) que tiene, así como los motivos que impulsan a la organización a desarrollar dicho proyecto. Ello permitirá obtener información del entorno donde se mueve la organización y el grado de desarrollo que tiene el proceso de innovación en la misma.

- ¿Podría indicar los tipos de organizaciones que han participado junto con su organización en el proyecto de I+D+i al que se refiere la encuesta?
  - Universidad (grupo de investigación de una Universidad)
  - Centro Tecnológico
  - Gran empresa
  - Pyme
  - Empresa pública
  - Fundaciones privadas (con o sin ánimo de lucro)
  - Otro (por favor, especifique)
- ¿Conocía anteriormente a los socios del proyecto?
  - Sí, al menos a la mitad de ellos
  - Sí, conocía a todos los socios
  - Sí, conocía a un socio
  - No, no conocía a ningún socio. He contactado con ellos a través de un organismo público
  - No conocía a ningún socio. Me ha contactado un socio.
- ¿Participaron socios internacionales en el proyecto?
  - Sí, tanto públicos como privados
  - Sí, sólo públicos
  - Sí, sólo privados
  - No, sólo socios nacionales

- ¿Podría indicar el porcentaje de socios interacionales en el proyecto?
  - Menos del 20 %
  - Entre el 20 % y el 35 %
  - Entre el 40 % y el 60 %
  - Otro (por favor, especifique)
- ¿Cuál era el objetivo del proyecto en términos de resultado final?
  - Desarrollar / memorar procesos, técnicas o metodologías
  - Aumentar la productividad de los factores de producción
  - Aumentar los ingresos / facturación de la organización
  - Abrir nuevas líneas de negocio o nuevos mercados

3. **Resultados del proyecto.** En esta sección se van a caracterizar los resultados que se han conseguido con el proyecto. Para ello, se evalúa tanto la aportación en generación de nuevo conocimiento, la transferencia de ese conocimiento a la sociedad, así como la explotación de los resultados, en términos de mercado, como de instrumentos de protección legal utilizados. Así mismo, se incluye dentro de esta sección el análisis de la gestión de la I+D+i.

- ¿Ha comercializado los resultados del proyecto?
  - Sí
  - No
  - En caso negativo, especifique la razón de no hacerlo
- ¿Podría valorar en qué medida el proyecto ha contribuido en los siguientes aspectos de su organización?
  - Mejorar la colaboración con organismos del sector privado (empresas, fundaciones, etc.) a nivel nacional
  - Mejorar la colaboración con organismos del sector privado (empresas, fundaciones, etc.) a nivel internacional
  - Mejorar la colaboración con organismos del sector público (Universidades, Centros Tecnológicos, etc.) a nivel nacional

- 
- Mejorar la colaboración con organismos del sector público (Universidades, Centros Tecnológicos, etc.) a nivel internacional
  - Mejorar la capacitación de los trabajadores de su organización que han participado en el proyecto de I+D ó I+D+i
  - Tomar conciencia de la necesidad de establecer o reforzar el proceso de innovación dentro de su organización
  - Establecer o ejercer vigilancia tecnológica y competitiva del estado del arte del sector y de los competidores
  - Acceder a información de otros proyectos de investigación (propia o de terceros)
  - Aprovechamiento de las deducciones fiscales por I+D+i
  - Conocer nuevos instrumentos de apoyo a la I+D+i
  - Otro (por favor, especifique)
- ¿Ha utilizado su organización las deducciones fiscales en I+D e I+D+i?
    - Sí
    - No
  - En caso afirmativo, ¿Podría indicar el porcentaje de deducción fiscal que ha conseguido para el proyecto?
  - Por favor, clasifique los resultados del proyecto de I+D ó I+D+i en materia de protección legal:
    - Patente
    - Modelo de utilidad
    - Modelo industrial
    - Copyright
    - No se ha protegido / protegerá el conocimiento generado
    - Otro (por favor, especifique)
  - Clasifique los resultados del proyecto en términos de transferencia del conocimiento al mercado:
    - Tecnología
    - Productos

- Servicios
- Estándares y normas
- No se ha realizado transferencia
- Otro (por favor, especifique)
- En caso de que haya habido algún tipo de transferencia de conocimiento al mercado, indique por favor cuáles de las siguientes afirmaciones se adapta mejor a la casuística del proyecto:
  - El resultado del proyecto no es novedoso para el sector donde opera mi organización pero sí lo es para mi organización
  - Se trata de un resultado novedoso dentro de las líneas de investigación de mi organización
  - Se trata de un resultado que permite abrir una línea de investigación en mi organización
  - Otro (por favor, especifique)
- ¿Se ha comercializado el resultado del proyecto?
  - No, el resultado no es un producto o servicio que se pueda comercializar
  - No, el resultado es un prototipo que permite avanzar en el desarrollo, pero no para comercializar
  - No, a pesar de que el resultado es comercializable, no se ha logrado por falta de financiación necesaria
  - Sí, se ha comercializado
  - Otro (por favor, especifique)
- La explotación comercial del conocimiento generado en el proyecto se ha realizado mediante:
  - Fabricación y explotación propia
  - Acuerdo o Joint Venture
  - Acuerdo de licencia
  - Creación de una empresa de base tecnológica
  - Acuerdo de distribución
  - Otro (especifique)

- 
- ¿Podría indicar el tipo de financiación recibida para la ejecución del proyecto?
    - Incentivo a fondo perdido (subvención)
    - Préstamo
    - Préstamo participativo
    - Capital Riesgo
    - Ampliación de capital
    - Otro (por favor, especifique)
  
  - ¿Podría indicar (en términos de: poco, bastante, mucho o completamente) en qué medida la realización el proyecto ha contribuido a:
    - Incrementar el presupuesto de la organización para actividades de I+D e I+D+i
    - Aumentar la percepción de la importancia y/o necesidad de apostar por la I+D+i
    - Crear equipos de investigación estables para la realización de futuros proyectos
    - Consolidar el equipo de trabajo de la organización dedicado a la I+D+i
    - Cambio en el tamaño de los equipos en otros proyectos, tras la experiencia en este proyecto
    - Diseñar una estrategia propia en I+D+i para la organización (o reformular la existente)
    - Profesionalizar la gestión de la I+D+i en la organización
    - Ser más competitivo
    - Generar nuevos puestos de trabajo (EJC-Empleos a Jornada Completa Equivalente)
    - Aumentar la capacidad de atracción, retención y contratación de personal de I+D+i
    - Aumentar la presencia en medios de comunicación
    - Otro (por favor, especifique)

- ¿Ha desarrollado alguna línea de I+D+i a partir de los resultados del proyecto?
  - Sí
  - No
  - Otro (por favor, especifique)
- ¿Ha recibido el personal de su organización, formación en materia de I+D+i como consecuencia de la realización del proyecto?
  - Sí
  - No
  - Otro (por favor, especifique)
- ¿Podría indicar cómo se ha visto influida la gestión de la I+D+i en su organización tras la realización del proyecto?
  - Gestión informática de la I+D+i (incorporación de herramientas informáticas)
  - Procedimiento para la gestión y retención del talento en la organización
  - Establecimiento de un proceso específico para actividades de innovación, con metas, hitos y responsables
  - Establecimiento de mecanismos de vigilancia tecnológica para estar al día de las ayudas, información, socios, etc.
  - Elaboración de un plan de formación anual que incorpora aspectos vinculados con la gestión de la innovación
  - Otro (por favor, especifique)
- ¿Mantiene algún tipo de colaboración con los socios del proyecto más allá de la relación del mismo?
  - Sí
  - No
  - Otro (por favor, especifique)

4. **Relaciones con terceros** En este bloque se persigue caracterizar el impacto que el proyecto ha tenido en la forma de relacionarse de la organización con el resto de agentes del SNI.

- 
- Valore (puntuando entre: nada, poco, bastante y mucho) cómo la ejecución del proyecto ha permitido a su organización. . .
    - Mejorar la cooperación con otras organizaciones del sector privado
    - Mejorar la cooperación con otras organizaciones del sector público
    - Acceder a nuevos mercados
    - Acceder a nuevos clientes
    - Internacionalización de la organización
    - Acceder a información útil para otras áreas de negocio de la organización
    - Dar a conocer su organización en medios (de comunicación, redes sociales, etc.).
    - Aumentar ingresos
    - Consolidar su posición en el mercado
    - Establecimiento de alianzas comerciales con terceros
    - Publicar en revistas específicas de I+D e I+D+i
    - Profesionalizar la gestión de la I+D+i
    - Establecer acuerdos de colaboración con otros agentes del SNI
    - Acceso a profesionales científico-técnicos
    - Otro (por favor, especifique)
  - Valore cual ha sido la repercusión mediática que ha tenido su organización en medios (on line y off line):
    - Aumento de seguidores en Twitter
    - Incremento del número de visitas a la web de la organización
    - Elaboración de material para la difusión en redes sociales (blogs, posts, videos, etc.)
    - Incremento del número de peticiones de establecimiento de consorcios para futuros proyectos
    - Artículos en papel (revistas, periódicos, etc.)
    - Radio y Televisión
    - Otro (por favor, especifique)



## Apéndice D

# Modelo de valorización de una tecnología en el ámbito sanitario

*Dime y lo olvido,  
enséñame y lo recuerdo,  
involúcrame y lo aprendo.*  
Benjamin Franklin

La Figura D.1 muestra una panorámica del modelo de valorización de una tecnología en excel que se ha explicado en el Capítulo 5. Dado que cada uno de los campos del modelo ha sido ampliamente explicado, no se detallará nuevamente en esta sección.

ANÁLISIS DEL ENTORNO				
CARACTERIZACIÓN DEL COSTE DE LA TECNOLOGÍA				
COSTES DE DESARROLLO		COSTES ASOCIADOS		AJUSTES
Gastos de personal		Coste de Adquisición		Ajuste por tipología de enfermedad
Subcontrataciones de I+D e I+D+i		Costes adicionales		Ajuste por adherencia
Otras subcontrataciones				Ajuste por amortización o cobertura
Materiales				Ajuste por tasa de reposición de tecnología
Inversiones e				
Otros gastos				
<b>HORIZONTE TEMPORAL</b>		<b>TASA DE DESCUENTO</b>		
Periodo de tiempo que abarca el estudio (en meses)				
				<b>COSTE DE LA TECNOLOGÍA</b>
<b>COSTES DE LA ENFERMEDAD</b>				
ANTES DE LA INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA		TRAS LA INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA		
Tratamiento		Tratamiento		
Hospitalizaciones (incluyendo estabilización de salud)		Hospitalizaciones (incluyendo estabilización de salud)		
Atención extra-hospitalaria		Atención extra-hospitalaria		
Re-Hospitalización (incluyendo estabilización de salud)		Re-Hospitalización (incluyendo estabilización de salud)		
Monitorización		Monitorización		
				<b>COSTE DE LA ENFERMEDAD</b>
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD				
REALIZADO CON TREE AGE PRO, NO SE CONSIDERA COMO INPUT EN EL MODELO				
RESULTADO				
				<b>RESULTADO (si es negativo, son ahorros para el SNS)</b>

Figura D.1: Modelo de evaluación en excel. Elaboración propia.