
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

***UNA EVALUACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS: ANÁLISIS DE LA ARTICULACIÓN
FOMENTADA SOBRE EL SISTEMA ALIMENTARIO DE
INNOVACIÓN EN ESPAÑA***

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

D. Fernando Jiménez Sáez

Dirigida por:

Dr. Ing. Ignacio Fernández de Lucio

Valencia, Junio de 2004

AGRADECIMIENTOS

Antes de comenzar este estudio no puedo dejar pasar la oportunidad de manifestar mi gratitud a las personas que, de muy diversa manera, han contribuido a hacerlo realidad. Hace ya casi siete años, cuando decidí venirme a Valencia a embarcarme en un proyecto sobre tecnología de alimentos, debí romper con una cómoda situación, lo que a ojos de muchos suponía una locura, no sólo porque perdía una cierta estabilidad económica, sino porque me venía a un lugar donde no conocía a nadie y nadie me conocía. En cierto modo es la misma situación que se ha dado con esta tesis. Cuando, allá por julio del 97, el que ha sido mi director de tesis me habló del proyecto y me dijo que si yo quería, era mío (aún a sabiendas de que la rapidez en conseguir las metas propuestas dependería exclusivamente de la velocidad que yo le imprimiera), me abrió los ojos, de manera me atrevo a decir que

inconsciente, sobre lo discutibles que resultan los planteamientos neoclásicos de la economía. Decidí aceptar el reto y adentrarme en un terreno, por mí, completamente desconocido, para investigar sobre algo a lo que jamás le había prestado la más mínima atención. Cualquier parecido de esta situación con una de información perfecta y completa es pura coincidencia. Por no hablar de la racionalidad en la toma de la decisión de aceptar el reto. Pero creo que, cada vez menos, se considera que las decisiones se toman con base en información perfecta, completa y, sobre todo, racionalmente.

Quizás uno de los motivos que me ha llevado a posponer la finalización de esta tesis ha sido precisamente la falta de información, por supuesto, sin aspiraciones de que fuera perfecta. ¡Ojalá! Pero, desde mi experiencia como doctorando, y viendo lo visto entre mis compañeros, creo que no me equivoco demasiado si digo que ese debe de ser el panorama habitual de las tesis. Ahora entiendo a un profesor, Ed, al que le tengo un gran aprecio, que nos decía en las clases de doctorado: “dadme una base de datos y os daré una tesis”.

Pero, después de todo, aquí está el resultado final. Bueno o malo, no lo sé. Otros serán los que lo juzguen. De lo que sí estoy seguro es de que habría sido imposible alcanzarlo sin la colaboración de tantas personas que me han ayudado de tantas maneras diferentes, y que dan sentido al resultado final de lo que aquí se analiza: no existe teoría, ni enfoque, ni metodología que permita valorar en toda su magnitud el hecho de colaborar entre las personas.

En el momento de acordarme de todas esas personas, mi mayor temor es olvidar a alguna, y casi estoy seguro de que lo haré. Así que, en primer lugar, quiero agradecerles a todos los que no aparecen aquí reflejados, su colaboración y ayuda, y pedirles perdón por mi olvido. Quiero empezar por acordarme de dos personas que me ayudaron mucho a madurar, a saber buscar el camino que me gustaba y a luchar por conseguirlo: Aurelia y Pilar, desde la Universidad Carlos III de Madrid, al que considero el centro en el que me inicié como investigador, supieron apoyarme y me enseñaron que la investigación no es precisamente un camino de rosas, pero merece la pena luchar por abrirte paso por él. También quiero tener un recuerdo para mis profesores de MERIT, en Maastricht: Ed, a quien ya he mencionado y Luc, porque me mostraron ese camino del que hablaba antes, en sus diferentes ámbitos y modalidades, dificultades y satisfacciones y, sobre todo, Jan que

además, es un amigo. Por supuesto, no quiero olvidarme de Corien, quien me ha estado ayudando desde antes de pisar su país, durante mi estancia en él y después, al volverme de nuevo a España. También me quiero acordar de personas, algunas de las cuales ni siquiera me conocen, pero que me han ayudado desde la distancia, como son los profesores Philippe Larèdo, Richard Lipsey, María Ángeles Díez, Bent Dalum, Laurent Bach y Bengt-Åke Lundvall, quienes con sus comentarios, siempre oportunos y precisos, y algunos materiales que me proporcionaron, me ayudaron a convencerme de que estaba en el buen camino.

Tampoco quiero olvidar a Enric Tortosa, por la valiosísima información que me proporcionó, sus comentarios y, sobre todo, su punto de vista sobre la situación real analizada en la tesis. A Julián Salas y otras personas, para mí anónimas, de la CICYT, que me ayudaron a rebuscar y fotocopiar “informes finales” y a los investigadores del IATA José Vicente Carbonell y Ramón Catalá, por su tiempo e información.

Ya en casa, en el departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia, quiero recordar a Ernesto, Eliseo y a M^a Carmen, por su apoyo a la hora de sacar adelante esta tesis en el marco del Programa de Doctorado del departamento. Y, por fin, en el calor del instituto en el que realizo mi trabajo como investigador, INGENIO, todos, absolutamente todos, han participado, se han alegrado y han sufrido con mi tesis: Susana, Marisa, Isabel, Oscar y Carlos, Ronald, Irene, Fragis, Peter, Elisabeth, Gregory, Patrick, Laurent, Enrique, Jaime, Ana María, Adela, Angels, Eugenio, Pepe, Blas, Rodrigo, Jon Mikel, Marian y Paola. Quiero tener un especial recuerdo para Luis, unas veces desde INGENIO y otras desde el IATA y Pedro, unas veces desde el IATA y otras desde INGENIO, artífices de la “buena estadística” y para Mayte y Olga que me dedicaron su tiempo para limpiar tediosas bases de datos y me instruyeron en la ciencia bibliométrica y Julia, que me indicó cómo emplearla. Y para Mitxel, viejo amigo “otrero” que se acordó de mí y me cedió “los trastos” de la tecnología de alimentos. Y quiero terminar con el círculo más próximo que ha participado más directamente en la tesis. En primer lugar, Ximo, compañero de despacho, de departamento, de asignaturas, de conversaciones científicas y cotidianas, de director de tesis, de teléfono... En fin, son muchas las cosas que hemos compartido en este tiempo. Antonio, que me ha sacado de más de un lío al tener un don especial para saber ser investigador, gestor, secretario, diplomático, consejero y amigo todo en uno. Elena, que con su conocimiento del tema y su

punto de vista, siempre ha impregnado de humanidad las frías estadísticas subrayando *lo que no se puede cuantificar* en las relaciones: a veces una anécdota pesa más que un contrato en la cuantificación de una relación y eso es algo que sólo la experiencia que ella atesora puede valorar en su justa medida. Y, por fin, Ignacio, mi director de tesis, quien me ha dedicado su tiempo en el sentido más amplio de la expresión: no sólo me atendió en la oficina, también lo hizo en su tiempo libre, llevándose los borradores a su casa para revisarlos los fines de semana, preocupándose por mis avances durante las vacaciones de todos estos años, en que no ha dejado de llamarme por teléfono para resolverme dudas y sacarme de atascos. Pero además, tengo que decir que cada minuto que me dedicaba me proporcionaba material para trabajar durante semanas, tal es el conocimiento que tiene de esta materia. Su visión, casi se podría decir que nocturna, de la situación estudiada, siempre me ha orientado en la que, durante mucho tiempo, para mí ha sido una profunda oscuridad sobre el tema. Por otra parte, siempre ha estado dispuesto a escuchar mi punto de vista, cambiando incluso su parecer, lo que para mí es de gran valor. Y, sobre todo, me ha forzado a ir por el camino de las manchas, de pringarme literalmente con la información. Su frase “¡Déjate de tanta teoría! Ahora, lo que tienes que hacer es mancharte” creo que refleja fielmente lo que debe ser una tesis: pringarse con la información. Llegados a un punto, no importa tanto si la información es buena o mala, mucha o poca, clara o difusa..., hay que mancharse de forma que se le saque el mayor y mejor partido posible. Y eso es algo que no creo que enseñen todos los directores de tesis a sus doctorandos.

Para terminar, quiero dedicarle este trabajo a mi familia: a mis suegros, mis hermanos, mi madre y, sobre todo mi padre, que no ha podido disfrutar en vida del resultado final. Y, desde luego, le dedico este trabajo a mi mujer, Mónica, que ha sabido apoyarme en todo momento, sacrificarse al quedarse en casa, sin salir los fines de semana, ayudándome con las bases de datos, los gráficos y la revisión del texto y, sobre todo, acompañándome cuando se torcían las cosas.

A todos, muchas gracias.

ÍNDICE

PARTE I: INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ANTECEDENTES **1**

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS _____ **1**

1.1. UN PREÁMBULO SOBRE EL MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO: LA EVALUACIÓN
COMO HERRAMIENTA SOCIOECONÓMICA _____ 6

1.2. UN PREÁMBULO SOBRE EL MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL: EL ENFOQUE
ESTRUCTURALISTA-EVOLUCIONISTA DE LA ECONOMÍA _____ 8

1.3. EL “QUÉ”, “POR QUÉ” Y “CÓMO” DE LA TESIS _____ 9

2. LA EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D _____ **13**

2.1. UNA DEFINICIÓN COMO PUNTO DE PARTIDA _____ 13

2.2. LOS COMPONENTES DE UNA EVALUACIÓN _____ 17

2.3. LA EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D _____ 21

2.4. LOS ORÍGENES DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA ESPAÑOLA: LA
EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D _____ 29

2.4.1. El Plan Nacional de I+D: origen, estructura y gestión _____ 31

2.4.2. El Programa Nacional de Tecnología de Alimentos: la articulación como
objetivo del Programa _____ 36

2.4.3. La Evaluación de la Política de I+D en España: ¿se cierra el ciclo de la política? _____ 39

2.5. EL PNTA Y LA ARTICULACIÓN DEL SISTEMA ALIMENTARIO DE INNOVACIÓN
ESPAÑOL _____ 43

2.5.1. ¿Qué se entiende por articulación del Sistema de Innovación? _____ 45

2.5.2. Los elementos del análisis: las estructuras de interfaz y las herramientas de
interrelación. ¿Por qué se necesita analizarlas conjuntamente? _____ 48

PARTE II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO DE LA EVALUACIÓN **51**

3. LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D: MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO	51
3.1. POR QUÉ EVALUAR LAS POLÍTICAS PÚBLICAS. LA DISTRIBUCIÓN PARETO-EFICIENTE DE LOS RECURSOS	52
3.2. LA POLÍTICA DE I+D: ¿ES LA I+D UN BIEN PÚBLICO?	56
3.3. INCENTIVOS ECONÓMICOS PARA LA COLABORACIÓN Y LA FORMACIÓN DE REDES: ¿REDUCCIÓN DE COSTES O ALGO MÁS?	68
3.4. LA ECONOMÍA DE REDES COMO PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE LAS RELACIONES: ¿UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD?	80
3.5. LOS SISTEMAS NACIONALES, REGIONALES Y SECTORIALES DE INNOVACIÓN: ¿UN MARCO TEÓRICO ÚTIL PARA LA EVALUACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D?	90
4. LOS PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D	103
4.1. METODOLOGÍAS DE CORTE CUANTITATIVO	106
4.1.1. Enfoque de BETA	108
4.1.2. Otras aproximaciones cuantitativas a las redes de innovación	116
4.2. METODOLOGÍAS DE CORTE CUALITATIVO	125
4.2.1. Enfoque del Research Value Mapping	125
4.2.2. Enfoque de la Red Tecnoeconómica	132
<u>PARTE III: LA EVALUACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS</u>	<u>141</u>
5. LA EVALUACIÓN DEL PNTA: INTRODUCCIÓN	141
5.1. EL MARCO GENERAL DE ANÁLISIS DEL PROGRAMA	148
5.1.1. El entorno financiero del Sistema de Innovación Alimentario	149
5.1.2. El entorno científico del Sistema de Innovación Alimentario	156
5.1.3. El entorno tecnológico del Sistema de Innovación Alimentario	161
5.1.4. El entorno productivo: la Industria española de la Alimentación. Especificidades y naturaleza dual	163
5.2. ENFOQUE METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LAS RELACIONES Y LA ARTICULACIÓN DEL SISTEMA ALIMENTARIO DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA	172

PARTE IV: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN **187**

6. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN: INTRODUCCIÓN	187
6.1. LOS PRODUCTOS DEL PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS	188
6.1.1. Panorámica general de los resultados	189
6.1.2. Caracterización de la participación de las universidades: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV)	222
6.1.3. Caracterización de la participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	225
6.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LAS RELACIONES	232
6.2.1. Análisis de las relaciones fomentadas por el PNTA entre el entorno científico nacional y el sector de la Alimentación, Bebidas y Tabaco	234
6.2.2. La articulación fomentada entre los elementos del entorno científico y sus respectivos entornos productivos: los casos de la UPV y el CSIC	238
6.2.3. El papel del entorno tecnológico en Tecnología de Alimentos	253
6.3. RESULTADOS EN RELACIÓN CON LA GESTIÓN DEL PNTA	257
6.3.1. La gestión a nivel nacional: el papel de la estructura gestora central y de los gestores del PNTA	257
6.3.2. El papel de las estructuras de interrelación: el caso del Centro de Transferencia de Tecnología de la UPV y de la OTRI del CSIC en la Comunidad Valenciana	260

PARTE V: CONCLUSIONES **265**

7. CONCLUSIONES	265
7.1. LA CONTRIBUCIÓN TEÓRICA DE ESTE TRABAJO	265
7.1.1. El concepto de la articulación en la evaluación estructural de las políticas públicas de apoyo a las actividades de Ciencia y Tecnología	267
7.2. CONTRIBUCIONES METODOLÓGICAS DEL ESTUDIO	268
7.2.1. La evaluación de las estructuras de gestión de las políticas de Ciencia y Tecnología	272
7.2.2. El análisis de la articulación: las herramientas de articulación y las estructuras de interrelación	273

7.3. CONCLUSIONES SOBRE LA ARTICULACIÓN FOMENTADA POR EL PNTA SOBRE EL SISTEMA ALIMENTARIO DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA _____	275
--	-----

<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	281
----------------------------	------------

<i>ANEXOS</i>	303
----------------------	------------

ANEXO I: TEST ESTADÍSTICO KOLMOGOROV-SMIRNOV _____	303
---	------------

ANEXO II: COSTE DE LAS PUBLICACIONES INTERNACIONALES _____	305
---	------------

ANEXO III: PRODUCTIVIDAD DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN RELACIÓN CON LAS PUBLICACIONES INTERNACIONALES _____	306
--	------------

ANEXO IV: PUBLICACIONES RECOGIDAS EN LAS BASES DE DATOS DEL ISI Y EN FSTA _____	307
--	------------

ANEXO V: INVERSIÓN POR INVESTIGADOR EN LOS DIFERENTES CENTROS Y CC.AA. _____	308
---	------------

ANEXO VI: CLASIFICACIÓN HOMOGÉNEA DE LOS OBJETIVOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS (OBCT) DE LAS ACTIVIDADES DEL PNTA _____	310
--	------------

ANEXO VII: ANÁLISIS DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES REPRESENTATIVAS DE LOS PROYECTOS DE I+D _____	312
---	------------

ANEXO VIII: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FACTORIAL EFECTUADO SOBRE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DEL CSIC _____	313
---	------------

ANEXO IX: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS JERÁRQUICOS EFECTUADO SOBRE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DEL CSIC _____	331
--	------------

ANEXO X: LISTADO DE LOS CENTROS INTEGRANTES DEL ENTORNO CIENTÍFICO PARTICIPANTE EN EL PNTA _____	343
---	------------

ANEXO XI: LISTADO DE LOS CENTROS INTEGRANTES DEL ENTORNO TECNOLÓGICO PARTICIPANTE EN EL PNTA _____	344
---	------------

RESUMEN _____	345
----------------------	------------

“Mide lo que es medible y haz medible lo que no lo es”

Galileo Galilei (1564-1642)

“La medición de algo es un prerequisite para su gestión”

John von Neumann (1903-1957)

PARTE I: INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Conforme una nación alcanza unos niveles de desarrollo económico más elevados, va sentando las bases económicas de su proceso evolutivo característico y adquiriendo el reconocimiento mundial que la hace ser encuadrada dentro del grupo de *países desarrollados*. Paralelamente a ese proceso, los poderes públicos, integrados por políticos y gestores, se ven sometidos, por parte de los ciudadanos y con una progresiva intensidad, a la observación de las acciones que aquellos emprenden. La razón es un creciente debate de la sociedad en las actividades que llevan a cabo los políticos. Ello capacita a la ciudadanía para “juzgar”, aprobando o reprobando, el resultado de las mismas. Este proceso, que se puede asociar al propio del desarrollo económico, implica la necesidad de que dichas actividades sean evaluadas. Por lo tanto, de forma simplista e incluso generalizadora, se podría considerar la evaluación como la herramienta con la que se “califica y cualifica” la actividad llevada a cabo por el político y/o el gestor. Sin ánimo de limitar el alcance de cualquier evaluación, este trabajo se fija deliberadamente en el político y el gestor como *centro de las miradas* ya que, desde un principio, se pretende dejar claro que el estudio se concentra exclusivamente en la evaluación de la actividad pública. Por lo tanto se deja de lado cualquier otra actividad de orden privado que, sin menoscabo de su posible evaluación, no implique o redunde en consecuencias que pudieran tener un alcance público directo. Con ello, simplemente se pretende limitar el amplio campo de aplicación que ofrece la evaluación como herramienta económica de valoración de una actividad.

Hecha esta conveniente acotación inicial y, retomando el argumento presentado, se puede observar ese creciente interés por evaluar la gestión pública. Interés que se manifiesta especialmente en organizaciones internacionales como la Organización para

la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), para la que la ralentización en el crecimiento presupuestario y, consecuentemente, la necesidad de elegir entre diferentes posibilidades a las que asignar los recursos escasos, conducen a imponer métodos de evaluación de los resultados o, en palabras de Callon (1997), “comparar lo que ha resultado con lo que se esperaba que resultara” o lo que, de forma más académica, Rossi define como la evaluación de programas sociales del modo siguiente: “el uso de procedimientos de investigación social para investigar, de forma sistemática, la efectividad de los programas de acción social” (Rossi, P. 1999: 25). Es decir, la creciente demanda social en favor de una asignación óptima¹ de los recursos de la nación, puede ser considerada como la fuerza que mueve a la sociedad a demandar, de forma paralela a una asignación determinada de recursos, la evaluación de los resultados que se han generado u obtenido con esas asignaciones. Este interés se ha manifestado, entre otras formas, en la celebración, cada vez más frecuente y continuada, de conferencias y seminarios auspiciados por organismos como la OCDE o la Unión Europea, que buscan, principalmente, elaborar unas líneas maestras sobre los métodos de evaluación y mostrar las “*buenas prácticas*” que se van llevando a cabo en diferentes países y organismos públicos y privados con relación a los procesos de evaluación de la gestión realizada en diversos ámbitos de la vida pública.

Del amplio espectro de esas actividades públicas llevadas a cabo o impulsadas desde los gobiernos y administraciones, este trabajo pretende centrarse en un tipo muy concreto y que, a lo largo de las cuatro últimas décadas del siglo XX, ha ido cobrando un interés creciente y absorbiendo una proporción mayor del presupuesto de los estados hasta convertirse en un elemento estratégico del desarrollo de las naciones. Nos referimos a *las actividades de Innovación* entre las que se incluyen las de *Investigación y Desarrollo (I+D)* que son fomentadas desde las administraciones públicas de gobiernos regionales, nacionales y supranacionales. En el caso de España, las actividades mencionadas comienzan a constituirse en un cuerpo integrante de la organización del estado a partir de mediados de los años 80, en que se observa una cierta consolidación del proceso de institucionalización de la investigación². Este hecho da muestras de la

¹ En este contexto queremos emplear el término *óptimo* en su concepción paretiana. Por lo tanto, consideraremos que una asignación de recursos es óptima si todos los individuos a los que afecta tal asignación están de acuerdo con ella y ninguno en desacuerdo o, si al menos uno está de acuerdo con la asignación y a los demás les resulta indiferente. Como se puede observar, tal acepción da perfectamente cabida a los procesos evaluadores.

² Aunque, posteriormente en este trabajo se profundizará en el proceso de institucionalización de la ciencia, se puede avanzar que, a lo largo de la historia, ha habido situaciones en España que inducen a pensar que dicho proceso se había culminado previamente: la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, en 1939 es un ejemplo de ello. Pero sería erróneo hablar de una verdadera consolidación del proceso. A este respecto, pueden encontrarse

juventud que tienen las políticas científica y tecnológica asociadas a dichas actividades y, por lo tanto, parece necesario tender cuanto antes, un puente que permita aflorar a la evaluación como herramienta “cualificadora” y que ofrezca formas alternativas al tratamiento y análisis de ciertos aspectos de los procesos de innovación considerados cruciales. Aspectos, que por su novedad, requieren de soluciones igualmente novedosas.

Por otro lado, este trabajo pretende contribuir a la literatura de economía de la innovación y del cambio tecnológico, ya que emplea un enfoque y analiza un aspecto, como son las relaciones entre agentes de un Sistema de Innovación, que se inscribe dentro del ámbito de esta literatura. En este sentido, los trabajos sobre *Economía de la Innovación y del Cambio Tecnológico* han experimentado un gran impulso desde mediados del siglo XX con la aparición de nuevas formas de entenderlos. Trabajos que, paradójicamente, y como señala Freeman³, no han aflorado con la importancia que cabría esperar del estudio de un proceso que, de forma unánime, se ha considerado como impulsor esencial de las economías capitalistas. Pero actualmente sí se puede decir que dichos enfoques comienzan a cimentarse sobre una base sólida de conocimiento y análisis empírico.

En este sentido, está adquiriendo cierta solidez una “nueva” corriente de pensamiento económico que, de manera general, se puede denominar *Estructuralista-Evolucionista*, siguiendo el criterio de Lipsey y Carlaw (1998)⁴. El origen de esta concepción es la ruptura con los modelos y planteamientos neoclásicos que, en sus planteamientos más tradicionales, han considerado los fenómenos asociados al cambio tecnológico como exógenos a la trayectoria económica. En cambio, este planteamiento alternativo parte de diferentes supuestos sobre el comportamiento de la economía y sus agentes, lo que le permite alcanzar conclusiones diferentes sobre el papel de las políticas

versiones similares sobre la historia del proceso de institucionalización de la ciencia en España en Sanz (1997) y Muñoz (2001).

³ Freeman (1998) apunta diversas hipótesis por las cuales se ha producido ese “olvido” en el desarrollo de estudios relacionados con el origen e importancia de los procesos denominados de Cambio Tecnológico a lo largo de la historia del pensamiento económico.

⁴ El origen de los enfoques económicos de corte estructuralista se puede buscar en relación con los estudios sobre desarrollo y las diferencias entre los problemas estructurales e institucionales de los países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo sin que se pueda ofrecer un planteamiento u origen únicos puesto que, desde este planteamiento, Marx podría ser considerado un estructuralista, como de hecho llegan a proponer Nelson y Nelson (2002). Por otro lado, la corriente que actualmente se conoce como Economía Evolucionista sí cuenta con un cierto consenso en situar su origen en los trabajos de Friedrich August von Hayek. Concretamente, en su obra de tres volúmenes *Law, Legislation and Liberty*, escrita entre 1973 y 1979, trata la evolución de las instituciones políticas, legales, sociales y económicas originadas como consecuencia de un “orden espontáneo” fruto de la interacción de grupos de agentes descentralizados y heterogéneos que cuentan con un conocimiento limitado. Resulta interesante ver refundidas estas dos corrientes de pensamiento económico que, si bien tienen orígenes y fundamentos bien distintos, se pueden reconducir para alinearlos y emplearlos en un fin común: el estudio de las instituciones como determinante del comportamiento de los agentes económicos y, en definitiva, del crecimiento y desarrollo económico.

y la propia evaluación de programas. Bajo esta óptica, se enfatiza la relación que existe entre la tecnología y las estructuras e instituciones a través de las cuales aquélla es manipulada. De este modo es posible analizar factores diferentes al del gasto en I+D (como única variable que, tradicionalmente, la teoría neoclásica ha considerado como clave en la valoración de los efectos del cambio tecnológico) y observar las alteraciones en relaciones que no necesariamente afecten al nivel de gasto en I+D. Consecuentemente, este enfoque permite un análisis y evaluación de las relaciones e introduce novedades en la forma en que se pueden medir acudiendo a nuevos conceptos, variables e indicadores, de forma que el resultado responda y se ajuste mejor a la realidad observada.

Este trabajo, como se ha indicado, pretende contribuir en el ámbito de la Economía del Cambio Tecnológico con la propuesta de un método que tiene cabida dentro de un enfoque estructuralista-evolucionista para analizar, medir, cualificar y cuantificar el papel de las políticas públicas de I+D en relación con su capacidad para fomentar y mejorar la articulación de un sistema de innovación. Partiendo de este objetivo general, el trabajo está estructurado en siete capítulos. En el primero se presenta, en primer lugar, el marco general bajo el cual se pretende llevar a cabo la investigación planteada anteriormente, para lo que se describen las características de los procesos de evaluación de políticas públicas así como la contribución que el enfoque estructuralista-evolucionista ofrece en este campo: conceptos empleados, variables, resultados esperados, etc. En segundo lugar, se plantean las preguntas básicas que están en el origen de este estudio y que permiten centrar los diferentes esfuerzos hacia un fin concreto: el análisis de la capacidad de articulación de una política de I+D en el contexto del sistema alimentario de innovación español. Este objetivo, determinado por las preguntas anteriores, es el origen de otra serie de preguntas más específicas que se plantean a lo largo de las diferentes secciones y que conforman el cuerpo general del estudio, que comienza a partir del segundo capítulo. En él se especifica lo que se entiende por evaluación de una política pública, se analizan los tipos de evaluación que se pueden utilizar y se centra en las características de la evaluación socioeconómica, como punto de partida para el caso concreto que aquí se plantea. A continuación, se presenta en extenso la evolución histórica sobre la evaluación de las políticas públicas de I+D en España. Para ello se recurre, primeramente, a la caracterización de la evaluación de políticas públicas de I+D: orígenes, evolución, situación actual, etc. de forma que se ofrezca una imagen de cuales han sido las características del proceso de institucionalización de la investigación y la ciencia en España para poder entender el

estado actual de los procesos y métodos de evaluación de dichas políticas. Para terminar, se hace una definición del concepto básico bajo el cual se va a llevar a cabo nuestro estudio y evaluación: la articulación como objetivo de un programa público de apoyo a la I+D.

El capítulo tercero se centra en los marcos teórico y empírico que se pueden encontrar en relación con la evaluación socioeconómica de una política pública, comenzando por las formas más consolidadas que emanan de la tradición neoclásica, para terminar con las actuales teorías basadas en el estudio de incentivos económicos, costes de transacción, externalidades, redes de agentes y, finalmente, los sistemas de innovación.

El siguiente capítulo se dedica a hacer un repaso de las metodologías que emplean el marco teórico ofrecido por los sistemas de innovación y que representan las metodologías de corte estructuralista-evolucionista sobre evaluación de políticas públicas.

El capítulo quinto se adentra en las características propias del Programa que se pretende evaluar en relación con el planteamiento teórico adoptado: los sistemas de innovación y el estudio de las relaciones como elemento clave de dicho sistema. Para ello se analizan los principales elementos que determinan el sistema alimentario de innovación en España: entornos científico, tecnológico, productivo y el papel de la administración como gestor del Programa. Para terminar, se plantea el enfoque metodológico que se quiere llevar a cabo en el análisis y evaluación de la articulación fomentada por el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos sobre el sistema alimentario español.

El capítulo sexto muestra los resultados que se han obtenido del análisis de los datos con que se ha contado para la evaluación. Dichos resultados se centran en primer lugar, en mostrar una panorámica general de la participación de los diferentes entornos en el Programa. A continuación se caracteriza la participación de las universidades, representadas por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y, posteriormente, la del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), como centro público de investigación en tecnología de alimentos más importante en España. El siguiente bloque de resultados se centra en el análisis estructural de los datos con objeto de ofrecer una panorámica general de las relaciones que ha contribuido a fomentar el Programa entre los diferentes agentes que han participado y se repasan los casos concretos de la UPV nuevamente. Asimismo, este bloque de resultados se centra en el papel del entorno

tecnológico como elemento multiplicador de las relaciones. Para terminar con el capítulo de los resultados, se muestra el papel de la administración como gestor del Programa y se analizan los casos de las estructuras de interfaz de la UPV y del CSIC con objeto de mostrar el potencial movilizador en materia de fomento de relaciones que este tipo de unidades encierra.

Por último, y a modo de conclusiones, se dedica un capítulo a entresacar y calificar el tipo de aportaciones que se han generado al llevar a cabo la evaluación estructuralista de un programa público de apoyo a las actividades de I+D en materia de tecnología de alimentos. Dichas aportaciones, fundamentalmente se localizan en el ámbito de la metodología y del empleo de datos, ya conocidos y empleados de forma habitual, pero haciendo un uso diferente de los mismos con objeto de ofrecer un punto de vista alternativo. Finalmente, se muestran los resultados más destacables encontrados en relación con la articulación fomentada.

1.1. Un preámbulo sobre el marco teórico-metodológico: la evaluación como herramienta socioeconómica

Desde un principio se ha pretendido enmarcar este trabajo de investigación dentro del área de la evaluación socioeconómica como herramienta de análisis y verificación de las políticas públicas. En este apartado tan sólo se pretende delimitar el alcance de esta herramienta en su aplicación sobre políticas públicas de apoyo a la I+D y, más concretamente, en el análisis de objetivos concretos que se ajustan a un modelo específico de pensamiento económico, al que nos referiremos como *estructuralista-evolucionista*. Ello permitirá tener una idea bastante más aproximada de cuáles pueden ser las limitaciones y potencialidad de la evaluación así como de las posibles contribuciones que se pueden ofrecer a la comunidad científica en este área.

La evaluación, como herramienta socioeconómica que ayuda a contrastar entre objetivos y resultados y a determinar el grado de consecución de éstos, ha sido ampliamente estudiada y existe una prolija bibliografía sobre definiciones, métodos y aplicaciones que se va a repasar en el punto siguiente. Ahora, tan sólo se pretende indicar que una gran parte de esta bibliografía se ha dedicado a los métodos de evaluación y a ver cuál es la aplicación de los mismos. La razón es que, precisamente ése, es uno de los aspectos más débiles de este área. Ciertamente, una herramienta,

como se podría considerar la evaluación desde un punto de vista general, precisa de un gran trabajo de análisis y estudio de cómo debe ser empleada para que proporcione resultados satisfactorios. En este sentido, este trabajo también pretende representar una aportación en relación con los métodos evaluadores. La evaluación se fundamenta, en última instancia, en la *medición* de una serie de parámetros. Si dichos parámetros resultan difícilmente medibles nos encontraremos ante una diversidad de criterios y alternativas en su aplicación; surge así la discusión sobre la idoneidad de unos y otros y sobre la oportunidad de emplearlos en unos determinados contextos y no en otros. La evaluación de los intangibles se podría catalogar dentro de esa categoría de *parámetros difícilmente medibles*.

Esta misma situación parece darse cuando el objeto de la evaluación resulta que ofrece resultados *inciertos a priori y en el largo plazo* y la evaluación se pretende para el corto. La eventual evaluación de acciones que rinden sus resultados a largo plazo, sin precisión inicial de cuáles van a ser éstos, puede resultar equívoca, incompleta o incluso contraproducente. Surge así otra fuente de discusión sobre la aplicabilidad de unos métodos con respecto a otros y sobre lo que se puede esperar de ellos si son aplicados a destiempo. La investigación y otras actividades de innovación tecnológica han sido catalogadas en repetidas ocasiones⁵ como generadoras de resultados inciertos y en el largo plazo. En consecuencia, este trabajo de investigación, que pretende llevar a cabo la evaluación de un intangible, como es el grado de articulación fomentado por una política pública de apoyo a actividades de I+D, es representativa de ambas situaciones y, no por ser un fenómeno de estudio relativamente reciente en comparación con otros aspectos de la evaluación socioeconómica, ha generado poca bibliografía en relación con métodos y metodologías⁶. Por lo tanto, es de especial interés el debate existente sobre el empleo de unas y otros y de la combinación de métodos para generar nuevas metodologías, siendo éste uno de los aspectos a los que se prestará especial atención en el posterior análisis y evolución de la ciencia de la evaluación. Pero tampoco se pretende perder de vista que el ámbito de la socioeconomía deja, en general, muy abierto el rango de interpretaciones que se puede dar de un fenómeno, ya que el factor humano juega un

⁵ Sin entrar en este momento a precisar sobre los motivos de catalogar las actividades de I+D como generadoras de resultados inciertos a largo plazo, baste citar que El Manual de Frascati así las califica (OCDE, 2002).

⁶ Aunque pueda entenderse que ambos términos se han empleado como sinónimos, no es así. Se pretende poner de manifiesto la diferencia que establece el propio diccionario de la Real Academia de la Lengua Española y que define la metodología, entre otras acepciones, como "conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal" y el método como "procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla" (Diccionario de la RALE, 1992). La razón es que, como se mostrará, existen múltiples metodologías para alcanzar un determinado fin y que algunos de los métodos que incluyen pueden coincidir sin que ello signifique que las metodologías sean idénticas.

papel, a la vez imprevisible y difícil de medir. Estos dos hechos son los que limitan, en gran medida, esa posible interpretación y el posterior uso que se pueda hacer de una evaluación.

1.2. Un preámbulo sobre el marco teórico-conceptual: el enfoque estructuralista-evolucionista de la economía

Anteriormente se indicaba que el presente trabajo de investigación trata de analizar un objetivo de una política de apoyo a la I+D que ha sido enunciado de acuerdo con un planteamiento económico que se puede calificar de estructuralista-evolucionista. Posteriormente, y como se hará con los aspectos relacionados con la evaluación como herramienta, se discutirá ampliamente sobre el origen, formulación y consecuencias económicas de esta corriente de pensamiento, la idoneidad de su uso y aplicación en este contexto y el potencial que ofrece su aplicación para la economía en general y para la evaluación en particular. En este punto tan sólo se quiere poner de manifiesto que la asunción de esta corriente de pensamiento por políticos y gestores ha provocado ciertos cambios en la formulación de políticas y que, en ciertas situaciones, esos cambios sólo se han producido en parte del proceso político relacionado con la acción de política, lo que puede (y, de hecho, se tratará de evidenciar que así ha ocurrido en el caso analizado) generar una falta de coherencia entre el diseño, los objetivos, el empleo de los instrumentos y la propia gestión, encargada de implementar una política pública concreta.

En este sentido, este trabajo también pretende ofrecer una contribución a la literatura de la economía del cambio tecnológico, como corriente de pensamiento económico centrada en el papel de la innovación en la economía. Siendo la innovación el eje alrededor del cual giran una serie de ideas, conceptos, incluso teorías, parece conveniente tratar de analizarlos para dar nuevas respuestas o, al menos, ofrecer alternativas para atajar situaciones que, no por antiguas y repetidas, han recibido una solución definitiva y adecuada. La economía es una ciencia inexacta: como ciencia, precisa de formulaciones y, como inexacta, es preciso reconsiderar esas formulaciones y someterlas a revisión de forma permanente. Debido a que el sujeto fundamental de la ciencia económica es el ser humano, cualquier postulado, teoría, principio o dogma relacionado con la economía, está en entredicho si se produce la más leve variación en el comportamiento del sujeto. Quizás esa sea una de las razones del éxito de la que se puede considerar como la corriente de pensamiento económico más extendida: la teoría neoclásica. El que dicha teoría deje a un lado al ser humano como motor de la economía

y analice las situaciones y resultados por medio de planteamientos extremos, permite enmarcar a la economía como ciencia que emplea a las matemáticas como uno de sus pilares fundamentales. Pero en realidad lo que se obtiene con esos planteamientos son unos límites matemáticos a los que las más diversas situaciones pueden tender en el caso más extremo y que, presumiblemente, nunca pueden alcanzarse. No es posible ofrecer respuestas concisas y únicas, sino un entorno, más o menos amplio, en el que se puede asegurar que se encuentra la respuesta buscada. Quizás es a lo máximo a lo que podemos aspirar al buscar una explicación a los comportamientos económicos, ya que son promovidos por seres humanos. Pero también es cierto que cualquier intento por ofrecer una alternativa a esta forma aproximada de entender la economía también es merecedora de interés.

Aunque aún es pronto para decir si la corriente de pensamiento estructuralista-evolucionista es una alternativa plausible a los planteamientos neoclásicos, sí que se puede afirmar que, hasta la fecha, ha servido para sacudir los cimientos de esta teoría, poniendo en evidencia ciertas carencias y provocando replanteamientos de algunas formulaciones que, hasta hace poco, se podrían haber considerado como leyes inmutables de la economía. Si bien es cierto que esta nueva corriente de pensamiento económico también emplea las matemáticas como herramienta de análisis, también lo es que se nutre de ideas y planteamientos procedentes de estudios sociológicos y que, con carácter general, han permitido hablar de “la nueva economía de la ciencia” tal y como plantean Dasgupta y David (1994), por oposición a “la vieja economía de la ciencia”, basada en enfoques de funciones de producción como herramienta de valoración de los retornos de la ciencia.

Por este motivo, siempre debe ser bien recibido un planteamiento alternativo, que busque dar respuesta a esas situaciones por medio de mecanismos nuevos. La corriente estructuralista-evolucionista ha aceptado ese reto y comienza a tener cierto nivel de consideración a la hora de definir y dar contenido a las políticas científica y tecnológica.

1.3. El “qué”, “por qué” y “cómo” de la tesis

Los preámbulos teórico y metodológico anteriores han servido para delimitar mínimamente el objeto de este estudio. A continuación, se muestran los puntos de partida que permitirán determinar el rumbo que se le quiere dar al presente trabajo y

averiguar a dónde y cómo se pretende llegar, de forma que los posteriores capítulos, centrados en el marco teórico y metodológico, partan de una base claramente establecida. En concreto, la finalidad de este estudio se deriva directamente de uno de los objetivos marcados en el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos⁷ y que alude al necesario desarrollo de mecanismos de transferencia de tecnología a los usuarios. Es decir, se tratará de comprobar si este objetivo que, como se mostrará posteriormente, responde a un planteamiento estructuralista, ha sido cubierto por el Programa y en qué medida. En definitiva, se tratará de averiguar *cual ha sido la contribución de este Programa a la articulación de un Sistema Español de Innovación en el sector alimentario*.

La respuesta a *por qué* se plantea este estudio se deriva del objetivo indicado anteriormente y que se establece por igual tanto en el Programa evaluado como en el Plan Nacional de I+D, marcándose la intención de articular un sistema de innovación con una participación fluida de sus diferentes agentes. El diseño de una política condiciona el resto de elementos que la componen: objetivos, medios, instrumentos y gestión. Por tanto, una evaluación del grado de cumplimiento de un determinado objetivo debe ser entendida como una ayuda a la reorientación de la política, caso de que se precise. En el estudio que nos ocupa, la evaluación del grado de articulación alcanzada con el programa, determinará o debería servir para proponer cambios en la estructura general del programa de forma que, si ese objetivo se sigue considerando prioritario, pueda alcanzarse con un uso más eficiente de los recursos, con una gestión más adecuada de los mismos y de los agentes participantes y empleando unos instrumentos mejor diseñados para alcanzarlo.

Para llevar a cabo el estudio que se ha planteado, se recurrirá a una metodología de evaluación basada en los enfoques teóricos que analizan las redes de agentes y se centran en las estructuras como elementos principales de un sistema que permite la generación de innovaciones. Como se mostrará posteriormente, la actual tendencia en la metodología de evaluación de programas públicos consiste en la combinación de diversos métodos cuantitativos y cualitativos que permiten obtener una mayor información sobre el alcance e impacto que tienen estas actividades sobre los agentes y la economía en general. Para ello, en este estudio en concreto, se combinará el método estadístico de análisis de datos cuantitativos con el de obtención y análisis de datos de tipo cualitativo

⁷ En este punto y, con ánimo meramente aclaratorio, se quiere indicar que el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos es uno de los programas integrantes del Plan Nacional de I+D. Dicho programa formó parte del Plan desde sus inicios en 1988 sin que haya dejado de ser parte integrante del mismo a lo largo de sus diferentes ediciones, incluyendo los cambios de denominación del Plan desde su cuarta edición en 2000.

procedentes de entrevistas personales a agentes integrantes del sistema de innovación y participantes en el programa evaluado. Asimismo, se analizarán, por medio de técnicas bibliométricas, los resultados de carácter meramente científico. Esta combinación de métodos obedece al hecho de que el análisis de las relaciones impone la observación de múltiples aspectos, ya que una relación puede ser fomentada, bien por medio de una colaboración entre agentes en un proyecto, bien por la elaboración y publicación de un artículo científico conjunto, bien por la obtención de una patente o por el intercambio de personal entre un centro de investigación y una empresa, por citar algunos ejemplos. Ciertamente, el empleo de estos métodos de forma aislada puede ofrecer resultados en relación con el objeto del análisis, pero al tratarse de un objeto claramente intangible y difícil de medir, parece razonable matizar los diferentes resultados que se alcancen con cada método, ya que en estas circunstancias, el matiz puede ser crucial para ofrecer una respuesta lo más aproximada posible a la realidad.

Estas respuestas básicas sobre el planteamiento general del estudio conjuntamente con la idea proporcionada por los planteamientos teórico y metodológico permiten formular la pregunta fundamental acerca de la investigación a la que se le buscará respuesta y determinar las hipótesis de trabajo que se validarán o rechazarán.

2. LA EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D

2.1. Una definición como punto de partida

Si, como se tratará de mostrar a lo largo de este capítulo, resulta complicado definir y establecer unos contenidos mínimamente consensuados sobre lo que es la evaluación, su extensión al campo de la política pública de I+D resulta todavía más arduo a la hora de establecer sus límites, grupos de interés, objetivos y resultados. De todos modos y, aún a riesgo de resultar insuficiente, es preciso delimitar qué entendemos aquí por evaluación y cuál es el sentido de llevarla a cabo en el campo de las políticas públicas de I+D y en el contexto del estudio que ahora se aborda.

A la hora de establecer una definición de la evaluación, dependiendo de a qué fuente se acuda, es posible que uno acabe por hacerse ideas completamente diferentes sobre el contenido de este término. Este hecho es una consecuencia directa del amplio uso que tiene la evaluación en múltiples y, a veces, opuestas situaciones de la vida económica. A pesar de ello, es necesario acudir a las fuentes bibliográficas que se consideran referencias obligadas en el estudio de la evaluación como disciplina teórica para encontrar diferentes formas de definir el término en cuestión. Previamente, puede ser interesante indicar que el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define el vocablo *evaluar* como “estimar, apreciar o calcular el valor de una cosa” (RALE, 1992) y el Diccionario de Dudas de Manuel Seco lo define como “emitir un juicio de valor y, por consiguiente, remitir a una escala de valores” (Seco, 1998). Sin que dichas definiciones sean las más adecuadas para los fines aquí perseguidos, sí ofrecen un cierto grado de aproximación con otras que se pasará a revisar a continuación. Por el momento, éstas pueden ayudar a establecer, al menos, una serie de “parámetros” de obligado cumplimiento para aquello que se pretende delimitar como evaluación y, más concretamente, evaluación de políticas públicas, pero sobre todo, ya permiten entrever que la evaluación está sometida a subjetividad en función de la escala de valores que se fije para establecer la comparación, lo cual está abiertamente sujeto a críticas. En este sentido, House indica que “la evaluación persuade más que convence, argumenta más que demuestra, es creíble más que cierta, es variablemente aceptada más que vinculante” (House, 1980, p. 73). La OCDE también pone en evidencia esta falta de definición al afirmar que este concepto “se define de múltiples, incluso contradictorias formas” que achaca a “la gran variedad de disciplinas, instituciones, temas, necesidades

y clientes a que sirve la evaluación” (OCDE, 1999). El debate sobre la definición más adecuada del término se enriquece sustancialmente con Ballart, quien indica nuevamente que “la evaluación de programas no tiene una definición pacífica y ampliamente aceptada por la literatura” (Ballart, 1992, p. 71). Las diferentes perspectivas adoptadas por los evaluadores, las diferentes metodologías, los diversos fines para los que son empleadas, llevan a esta falta de unanimidad en la definición. Así Guba y Lincoln consideran que “...no hay una forma correcta de definir evaluación [...]. Nosotros aceptamos que cualquier definición de evaluación es una construcción mental y su correspondencia con alguna realidad no es y no puede ser una cuestión en litigio” (Guba y Lincoln, 1989, p. 21). Este debate también es puesto en evidencia y aparece muy documentado en el trabajo de Díez López (2001), por lo que ahora, lo que se pretende es tratar de encontrar qué características debe mostrar un trabajo para poderse considerar como evaluación de una política pública de I+D.

Previamente, y tratando de encuadrar la definición buscada, es preciso mostrar la que ofrecen Rossi, et al. (1999)⁸ en su manual sobre evaluación, el cual se puede considerar un clásico en este campo. En él definen el término *evaluación social* como “el uso de procedimientos de investigación social para estudiar de manera sistemática la efectividad de los programas de intervención social⁹”. Esta definición ya aparece enmarcada en un contexto específico de investigación de aplicación social, lo que permite aproximarse al ámbito concreto de este estudio. Por su parte, la OCDE en su manual de gestión pública y gobernabilidad¹⁰ relacionado con las prácticas de evaluación, define este término como “valoraciones analíticas sobre resultados de políticas públicas, organizaciones o programas, que se centran en la fiabilidad y utilidad de los mismos”. Esta definición, si bien sigue siendo amplia, ya restringe su aplicación implícitamente al ámbito del sector público, ya que el marco general en que la expresa es el de la gestión pública. La OCDE continúa restringiendo los términos en que se puede considerar útil una evaluación al indicar que “su papel es mejorar la información y reducir la incertidumbre aunque, si bien las evaluaciones emplean métodos rigurosos, también se basan en gran medida en los juicios” (OECD, 1999). De este modo se evidencia que el desarrollo de metodologías, cada vez más robustas, es uno de los aspectos más críticos

⁸ Ésta es una de las referencias que se puede considerar como obligada en el estudio de la evaluación como disciplina científica. Prueba de la gran acogida que ha tenido este libro son las numerosas reediciones que se han hecho del él. En este caso se ha acudido a la sexta edición.

⁹ Entrecorillada la traducción hecha por el autor de este estudio del párrafo de la obra aludida (Rossi, et al., 1999: 5).

¹⁰ Es la traducción del departamento de *Public Management and Governance* (PUMA) de la OCDE dentro de la que se redactan diferentes manuales relacionados con aspectos de gestión pública y gobernabilidad. Su dirección web es <http://www1.oecd.org/puma/>

con que uno se encuentra en el empleo de la evaluación como herramienta económica y que, a pesar de dedicarle tanto esfuerzo, siempre es posible encontrar debilidades en el sistema de evaluación que se emplee debido al componente que necesariamente lleva una evaluación de juicio de valor. Este componente se debe a que, en cualquier caso, evaluar siempre implica comparar con un cierto modelo o estándar que se debe determinar previamente y la idoneidad de ese modelo es lo que puede resultar más discutible.

Ciertamente, algunos organismos de carácter supranacional como la Comisión Europea y la OCDE han trabajado mucho a favor de potenciar un uso científicamente documentado de la evaluación y de mostrar aquellas prácticas evaluadoras más correctas, que bien pudieran constituir un cuerpo válido de conocimiento en esta materia. En este sentido, y desde que la investigación comienza a considerarse como un bien de carácter estratégico por las economías más desarrolladas, ambos organismos han potenciado la divulgación de conocimientos relacionados con la evaluación de este tipo de actividades y, periódicamente han organizado conferencias en las que mostrar los avances en relación con técnicas y metodologías de evaluación de la investigación. Así, la Comisión Europea organizó en 1983 un seminario sobre "Evaluación de la Investigación y el Desarrollo" (Boggio, 1984) sobre métodos de evaluación en este campo. Aquí, uno se encuentra con que se define la evaluación de la investigación y el desarrollo como la medición de la calidad científica de los resultados encontrados y medidos en relación con su contribución al conocimiento y su potencial contribución al desarrollo económico y social (Thulstrup, 1984: 65). De forma similar, la OCDE ha organizado conferencias destinadas a mostrar los avances en el uso de técnicas de evaluación de la investigación y el desarrollo y en 1987 publica un informe centrado en el análisis de técnicas de evaluación de la investigación en el que, de forma totalmente simple, definen la evaluación de esta actividad como la valoración de los logros contra unos objetivos.

Al adentrarse esta investigación al nivel de la evaluación de programas¹¹, la OCDE lo define como la valoración sistemática y analítica que muestra importantes aspectos de un programa y su valor, en busca de la fiabilidad y aplicabilidad de los resultados encontrados. Por su parte, Chelimsky en otro libro considerado como un manual básico de la evaluación de la actividad pública, lo define como la aplicación de métodos de investigación sistemáticos para la valoración del diseño, implementación y

¹¹ Estos programas se refieren a la división habitual de los planes en que, con carácter general, se estructura una política.

efectividad de un programa (Chelimsky, 1985). Una vez más, parece que el mayor consenso alcanzado en la definición del término es precisamente la ausencia de una definición plenamente aceptada y que pueda ser generalizada.

En definitiva, y con carácter general, se puede entender la evaluación de programas públicos como la medición de resultados obtenidos de los mismos, la cual es llevada a cabo con métodos rigurosos al objeto de determinar su efectividad al comparar dichos resultados con un estándar, modelo u objetivos de referencia.

Dentro de los procesos de evaluación de programas uno puede encontrar toda una serie de términos relacionados que bien podrían constituir un glosario y que, por su estrecha relación con el término que ahora se está analizando, podrían, en algún momento, generar equívocos. Sin pretensión de ser exhaustivo en la relación de este tipo de términos, quizás sea útil mencionar un par de ellos que se emplean conjuntamente con el de evaluación pero que, en ningún caso, se deben interpretar como sinónimos. Así, por ejemplo, es bastante común asociar las evaluaciones con los procesos de *auditoría* de programas. Este término se relaciona más con los procesos de verificación de normas, y criterios establecidos previamente. Es decir, es un término de aplicación más restrictiva que el de evaluación. También es posible encontrar situaciones en que el término *seguimiento* de un programa se emplea en sentido de evaluación. En este caso, *seguimiento* hace referencia al proceso de control que se efectúa sobre un programa en marcha sin que implique la valoración de resultados finales.

Descendiendo finalmente en el ámbito de las definiciones del concepto que se empleará a lo largo de este estudio, por fin aparece el de la evaluación de políticas públicas de I+D y, más concretamente, la evaluación de programas de apoyo a la I+D. Ciertamente y, como se mostró al principio de este apartado, la definición de este tipo concreto de evaluación no existe. Tan sólo se puede recurrir a una definición de un ámbito superior y aplicarla al caso de los programas públicos de apoyo a las actividades de I+D. En este ámbito también es posible encontrar evaluaciones de aspectos relacionados, como son las políticas de innovación, los resultados científicos, las políticas tecnológicas, etc. En definitiva, consensuar una definición se antoja una tarea imposible y parece, más bien, que ésta se acomoda a las necesidades planteadas en la evaluación, la cual vendrá delimitada por los usuarios, los objetivos, los métodos, etc. de la misma. Partiendo de esta premisa, puede no tener sentido tratar de ofrecer una definición concreta de lo que se entiende, con carácter general, por evaluación de una política pública de apoyo a la I+D ya que, en todo caso, dicha definición debería se acorde con el objetivo final del estudio.

2.2. Los componentes de una evaluación

Debido a la imposibilidad de delimitar el alcance de la evaluación mediante una definición, ahora se tratará de hacerlo por medio del análisis de los componentes básicos con que debe contar toda evaluación. Si se analiza la literatura, éste parece ser el camino adecuado, al menos si se restringe suficientemente el marco concreto de aplicación de la evaluación. En este sentido, la OCDE ha trabajado en su Departamento de Gestión Pública y Gobernabilidad para ofrecer una base teórico-metodológica sobre la que elaborar las evaluaciones y que comprende la definición de los objetivos, participantes y costes y beneficios esperados. Pero son muchos los autores que han abordado el tema y numerosos los enfoques desde planteamientos alternativos de la economía, como los que posteriormente se repasarán. Así, Albaek (1995) pone de manifiesto que el paradigma dominante en la teoría organizativa de los años 60, el paradigma de la racionalidad, estuvo dominando también el ámbito de la evaluación y de su investigación en relación con su concepción del marco político-administrativo que la debía regir. De hecho, continúa Albaek, hoy día también sigue influyendo, pero ya no resulta dominante, y debe convivir con concepciones tales como las “anarquías organizadas” o los “cubos de basura”, que poco tienen que ver con comportamientos racionales de los políticos y gestores.

El enfoque sistémico de la innovación y de las políticas que de él emergen, supone romper con los tradicionales supuestos neoclásicos de racionalidad y linealidad para dar entrada a una racionalidad limitada de los agentes y a formas no lineales de entender las situaciones de pseudo equilibrio o de cómo alcanzarlo. En este sentido, las instituciones cobran un papel preponderante en la definición de políticas. La optimización, como punto de referencia, ya no es útil en la formulación microeconómica de los objetivos de dichas políticas, por lo que surge la necesidad de evaluarlas de forma periódica con el objeto de reorientarlas, evitando así posibles desviaciones (Meeusen, 2000). Siguiendo el enfoque de sistemas, las razones para acometer políticas de apoyo a la innovación y la I+D son muy diferentes a los tradicionales razonamientos neoclásicos de fallos de mercado o al de la consideración de la I+D como un bien público. Estos nuevos enfoques, que se repasarán en profundidad posteriormente, han dado origen a toda una serie de planteamientos alternativos, no ya de las políticas, o mejor dicho, del diseño de las políticas, sino también y, lo que quizás es más importante, del diseño de nuevos instrumentos con los que alcanzar ciertos objetivos estructurales.

Pero empezando con los planteamientos políticos, se puede decir que los primeros intentos por determinar los elementos de una evaluación siempre partieron de la consideración de los objetivos como algo que venía determinado por los políticos y gestores. Los evaluadores eran considerados como meros investigadores encargados de evaluar las diferentes alternativas para alcanzar esos fines prefijados. Y si resultaba que no estaban claramente determinados, habría que pedir a los políticos que los determinasen previamente. Pero la realidad ha resultado ser bastante diferente de lo que pretendía la teoría y parece más el comportamiento general que la excepción el que los fines de una determinada política se hayan definido de forma vaga, si es que han sido definidos. Los motivos que uno puede encontrar para esa primera carencia son numerosos. En primer lugar está "el problema con el problema": en numerosas ocasiones, los políticos se enfrentan con problemas que no pueden solucionar por medio del modelo clásico de toma de decisiones racionales. Con excesiva frecuencia resulta que nadie conoce a ciencia cierta cuál es el problema (Ackoff, 1974). Por lo tanto, los políticos no pueden determinar cuáles son las consecuencias de los problemas porque, simplemente, desconocen el problema. El mismo caso se puede dar en las organizaciones que desarrollan sus actividades en entornos cambiantes y turbulentos. Éstas pueden estar mal aconsejadas o poseer información fraccionada o errónea. La búsqueda de la información completa, como recomendaría un modelo racional, puede resultar fatal en ciertas ocasiones. Muchos estudios de caso han demostrado cómo organizaciones que han actuado antes de pensar han resultado exitosas o más exitosas frente a otras que han obrado del modo opuesto (Peters y Waterman, 1982).

De modo análogo ocurre con los propios políticos y gestores. De acuerdo con un modelo racional, las decisiones se toman al más alto nivel y se supone que cuentan con el consenso de todos los estamentos y jerarquías existentes. Este supuesto, con frecuencia, es erróneo: los objetivos se fijan de forma vaga al objeto de abarcar y permitir el mayor consenso posible, que de otra forma (más restringida en las definiciones) habría resultado imposible. Incluso, cuando los objetivos han sido claramente definidos las diferentes interpretaciones que hacen de ellos los políticos, nos llevan a rechazar los supuestos de racionalidad en la determinación de metas y objetivos de una política. La evaluación ha respondido a estos problemas mediante el diseño y desarrollo de métodos que divergen de la clásica solicitud de objetivos claramente definidos por los políticos. El caso más extremo lo encontramos en el diseño que hace Scriven (1973) de su marco de evaluación "sin-objetivo", que ha sido claramente atacado. Hoy día parece haber tomado

más ímpetu la idea de desarrollar evaluaciones contando con todos los sujetos que intervienen en la política¹² o que tienen intereses en la misma.

Otra forma alternativa de entender los elementos de los que se compone una evaluación es la ofrecida por Feller (2001), para quien determinar los elementos de una evaluación consiste en contestar a una serie de preguntas:

- ¿Dónde? Es decir, ¿dónde se debe llevar a cabo la evaluación de una política pública? Ciertamente la respuesta es en donde se haya generado y donde haya tenido efectos, tanto directa como indirectamente, lo cual se aplica igualmente a toda una serie de niveles gubernamentales (Melkers y Roessner, 1997) y de gestión de la misma.
- ¿Quién? Para un economista esta pregunta en seguida se descompone en dos: quién solicita la evaluación y quién la realiza. La respuesta a la primera pregunta viene dada por la respuesta anterior de los diversos niveles gubernamentales implicados en la política. La respuesta a “quién la realiza” también es bastante directa aunque muy amplia y con implicaciones en el “cómo”. Entre los posibles implicados hay que citar agencias gubernamentales, empresas de consultoría, unidades académicas, investigadores a título individual, por citar algunos. Ciertamente, este conjunto resulta muy amplio y, consecuentemente heterogéneo, lo que conlleva una cierta variación en la calidad, tanto en una metodología como entre metodologías a emplear. Otra consecuencia es la competencia existente entre los posibles sujetos que pueden llevarla a cabo.
- ¿Cuándo? Parece otra pregunta simple y la respuesta es “ahora”. Como se ha puesto de manifiesto últimamente, vivimos en una era de valoraciones, pero para un observador inquisitivo, la respuesta “ahora” inmediatamente implica la pregunta ¿y por qué no antes? Ciertamente, resulta obvio que la evaluación de políticas públicas no es un fenómeno actual, pero por citar un comienzo, éste se puede fechar en los años 70 en que se demandaba por parte del Congreso de los Estados Unidos incrementar la información sobre la productividad científica. En

¹² Este modelo, empleando la terminología anglosajona, stakeholders evaluations, resulta mucho más reconocible.

definitiva, la mejor respuesta posible que podemos ofrecer es que “cuanto antes, mejor”.

- ¿Por qué? La respuesta se puede descomponer, una vez más, en varias: de forma genérica, por el escepticismo en pensar que el sector público es más eficiente a la hora de distribuir los recursos que, por ejemplo, el sector privado; la escala del gasto involucrado en estos programas también es un factor determinante del por qué; porque los políticos requieren de una respuesta clara al gasto que efectúan para alcanzar un determinado objetivo.
- ¿Qué? En referencia a ¿qué uso se hace de las evaluaciones? Goldenberg (1983) responde a esta pregunta con tres respuestas posibles y complementarias: saber sobre la operatividad de la política o programa (¿funciona o no?); controlar el comportamiento de los responsables de la política o programa; influir sobre la respuesta de las personas ajenas a la política o programa de forma que se aparente una organización bien gestionada. Si se prefiere encontrar una respuesta a “¿qué uso se hace de las evaluaciones una vez que han sido concluidas?” es posible acudir a la observación de Tolstoy de que haciendo el bien puede que no se haga feliz a nadie pero haciendo el mal es seguro que se hará infeliz a alguien, lo que, trasladado al campo de la evaluación, viene a querer decir que una evaluación positiva no asegurará la continuidad de la política, pero una negativa sobre la efectividad de la misma sí que garantiza su finalización.
- ¿Cómo? Esta es, simultáneamente, la pregunta más fácil y difícil de contestar. Parte de la respuesta se tratará de ofrecer en el capítulo cuarto de este estudio. De forma resumida se puede decir que existe una gama muy amplia de métodos y metodologías para evaluar las políticas públicas: bibliometría, mapas de valoración, comparación y benchmarking, análisis coste-beneficio, capital social y ahorro social, por citar algunas de ellas.

En resumidas cuentas, los elementos integrantes de una evaluación pueden resultar tan variados y cambiantes como lo es tratar de definir el término evaluación. Lo cual lleva irremediabilmente a tener que centrar el ámbito de aplicación de la evaluación

al objeto de poder determinar claramente aspectos concretos de dichos elementos en la búsqueda del objetivo aquí perseguido.

2.3. La evaluación socio-económica de las políticas públicas de I+D

La evaluación de las políticas públicas es ciertamente un terreno ampliamente estudiado, en el que uno encuentra una fuerte tradición anglosajona que se pone de manifiesto en diversos manuales y monografías que marcan claramente las diferencias en las formas en que se debe evaluar una política pública. Así, durante los años 60, en Norteamérica se analiza el modelo de estado de bienestar y se constata la distancia existente entre este modelo y el desarrollado en el norte de Europa. Ello lleva a políticos y gestores a evaluar las políticas con objeto de darles una orientación más “social” a fin de ofrecer solución a problemas que el modelo “laissez-faire” de no intervencionismo, aceptado como bueno por la clase política y por los defensores a ultranza del modelo capitalista de la economía, no había conseguido solventar a lo largo de los tres últimos decenios. Este cambio en los planteamientos del estado de bienestar como modelo a seguir, producido fundamentalmente durante las administraciones Kennedy y Johnson, provoca otro cambio en la concepción de la política y de su ciclo de vida, dando como resultado una extensa y floreciente comunidad evaluadora que impulsa la expansión de la disciplina y la aparición de manuales de evaluación, metodologías y corrientes de pensamiento, muchos de los cuales han perdurado hasta hoy día. De hecho, gran cantidad de las referencias básicas que se deben citar en el terreno de la evaluación de las políticas públicas provienen de esos tiempos.

Posteriormente, durante los años 70 y 80 aparece un gran número de estudios de corte más sistemático sobre el uso, falta de uso, e incluso mal uso de las evaluaciones realizadas. Esta tradición llevó, tal y como indica Albaek (1989), a la implantación de un modelo de evaluación de tipo lineal, en el que existe una relación directa entre el conocimiento y la acción, es decir, el conocimiento lleva a la acción y a la identificación de un problema (por parte de un político o gestor) que requiere una solución. En ese punto entra el evaluador, que debe proporcionar conocimientos para elaborar las posibles alternativas de solución, entre las que el político escogerá aquella más adecuada. Este proceso, aparentemente tan simple, da lugar a una extensa corriente de literatura sobre la evaluación de políticas públicas que ofrece un conjunto de normas, estándares a seguir

en la evaluación, metodologías, métodos y tipologías de evaluaciones¹³. Otra fuente de literatura ha sido la proporcionada por los organismos supranacionales como la OCDE y la Unión Europea, preocupados por conocer al detalle el uso de los fondos destinados a las actividades de I+D que han impulsado decididamente desde los años 70 y 80 respectivamente. De esta literatura se van a resaltar algunas particularidades de la evaluación que resultarán esenciales en este estudio.

En primer lugar y, desde los trabajos auspiciados por la OCDE, aparece una distinción muy útil en la evaluación de las políticas públicas, referida al momento del tiempo en que se lleva a cabo la evaluación con respecto al ciclo de la política. Así, la literatura ha distinguido entre evaluaciones *ex-ante*, *intermedia*¹⁴ y *ex-post*. La primera de ellas hace referencia a la evaluación de una determinada acción *antes* de que ésta vaya a comenzar, es decir, se relaciona íntimamente con la formulación y ejecución de la política en cuestión (Gibbons y Georghiou, 1987). De todas maneras y, de acuerdo con el nivel al que va dirigida (gobierno, institución, laboratorio o centro público de investigación¹⁵) la función y significado de la evaluación no será el mismo. Este hecho puede inducir a una cierta paradoja entre la gran importancia que debe tener una evaluación *ex-ante* a la hora de determinar las prioridades de una investigación cuando en las universidades, por ejemplo, “este tipo de evaluación carece de todo sentido, ya que sus prioridades sobre investigación se guían por una decisión presupuestaria previa, que poco o nada tiene que ver con una formulación de objetivos de investigación” (ibid.).

En relación con la evaluación intermedia, puede que muchos no la diferencien de lo que supone la gestión del día a día u operaciones de contabilidad relacionadas con una acción o política. El principal interés de este tipo de evaluación se encuentra en su posibilidad de interactuar con los procesos de programación de la política, lo que la puede convertir en una herramienta de gestión para los políticos que toman las decisiones en relación con esa acción concreta.

¹³ Podría resultar prolija en extremo la enumeración de dichos manuales sobre normas evaluadoras, procedimientos, protocolos, etc. Existe una gran recopilación de los mismos en Rist, R. (ed.) (1995), por lo que este trabajo se centrará en aquellos aspectos de la norma que más interesan a los fines del estudio.

¹⁴ En realidad, el término *evaluación intermedia* es una traducción del vocablo anglosajón *ongoing evaluation* o también *interim evaluation*, para el cual no se ha encontrado ninguna traducción empleada previamente, lo que muestra la escasa tradición evaluadora que existe en España.

¹⁵ La literatura, por lo general, adopta el término laboratorio para referirse a los centros públicos de investigación de una manera genérica, incluyendo en ese término tanto las universidades como centros o instituciones públicas, pero también privadas, dedicados en exclusiva a la investigación. En este trabajo se ha optado por emplear el término que se ha impuesto en el vocabulario español de Centro Público de Investigación (CPI) para referirse igualmente a todos esos tipos de instituciones de investigación o en las que se genera investigación.

Por último, la evaluación ex-post¹⁶ engloba la valoración de los resultados obtenidos y el análisis de la forma en que los recursos y medios que se han dispuesto, han sido usados en comparación con los objetivos iniciales o las variaciones que se hubieran realizado de los mismos a lo largo de la vida de la política o acción. En consecuencia, con este enfoque, la evaluación ex-post variará en función del nivel en el que se centre la misma. Hay, por tanto, toda una serie de formas de evaluación ex-post y, de manera ideal, en cualquier política o acción con una vida prolongada debería existir un sistema de retroalimentación entre la evaluación ex-post de esa política y la ex-ante de la misma política en un ciclo posterior. Ya que éste es el marco en el que se pretende llevar a cabo este estudio, se le va a prestar un poco más de atención al objeto de indicar su utilidad, propósito y criterios bajo los que se debe llevar a cabo.

Como se ha indicado, dependiendo del grado del alcance de la evaluación ex-post, se pueden encontrar diferentes formas de llevarla a cabo. Así, podría formar parte integrante de un ciclo completo en el que esta evaluación se emprende al objeto de alimentar una política o acción en el sentido de que el conocimiento del funcionamiento de esa acción o política en el pasado debe servir de base para implementar una futura y corregir aquellas situaciones que no son deseables o que son mejorables. Así, en el caso de la evaluación de una política pública de apoyo a la I+D, debería servir para reorientar dicha política en el futuro, caso de ser lanzada de nuevo.

Como consecuencia de la diversidad de usos que se le pueden dar a la evaluación, también es necesario escoger cuidadosamente los criterios bajo los cuales se llevará a cabo. En este sentido, Gibbons y Georghiou (1987) dejan clara la necesidad de fijar dichos criterios siempre refiriéndolos al alcance y propósito de la propia evaluación. En concreto, fijan diferentes criterios de evaluación en función de si lo que se pretende evaluar es investigación básica o aplicada, lo que llevaría a emplear criterios relacionados con la calidad de la investigación o con otros más ligados al valor del dinero empleado. Así, por ejemplo, en las universidades o centros públicos de investigación, con una misión claramente orientada a la producción de conocimiento, los criterios de evaluación se espera que sean referidos a las diversas dimensiones de la excelencia científica. Mientras que en agencias con una más clara vocación industrial, los criterios más relacionados con los objetivos económicos y/o sociales tenderán a estar más presentes en las evaluaciones. Entre ambos extremos siempre se encuentra la mayor parte de las

¹⁶ Actualmente parece que va cobrando fuerza el empleo de evaluación de impacto en vez de evaluación ex-post, en relación con los impactos producidos a través de la política.

actividades de I+D: que nunca son ni puramente de carácter básico ni desarrollos de producto o proceso.

De todos modos, aun introduciendo la distinción previa, no siempre resulta simple escoger los criterios de selección, especialmente en la evaluación ex-ante, por lo que se suele recurrir a los que imperan en la selección de proyectos de las agencias financiadoras. Pero más importantes para esta investigación son los criterios que gobiernan la evaluación ex-post de las actividades de I+D. En primer lugar, como uno ya podría esperar, no difieren en lo fundamental de los indicados anteriormente. Una diferencia destacable consiste en el mayor nivel de agregación en que tiene lugar la evaluación, por lo general considerando el ámbito del programa o la institución. A estos niveles, los criterios referidos al mérito científico se siguen manteniendo, pero resulta complicada su aplicación, ya que el beneficio colectivo de los proyectos individuales es de difícil agregación. Los impactos económicos y sociales de los programas es probable que se extiendan más allá de los objetivos originales. En consecuencia, cuando se trabaja con criterios para una evaluación ex-post es preciso tener en cuenta un elemento importante para que resulten operativos y que se refiere a si es preciso establecer una cierta escala y, si así resulta ser el caso, cuál es el nivel a partir del cual se establece el éxito al resultado satisfactorio. Si, por el contrario, los resultados no se pueden someter a una escala de valores, al evaluador le quedan pocas elecciones salvo la de establecer comparaciones entre las propias acciones del programa evaluado. En consecuencia, los criterios de evaluación son una combinación de los objetivos del programa a evaluar y los propósitos de la propia evaluación.

También ha sido intenso el trabajo que la Unión Europea ha impulsado en este campo desde, por ejemplo, la European Technology Assessment Network (ETAN) trabajando para la Unidad de Evaluación de Programas encuadrada en la Dirección General XII. Esta red es la responsable de una serie de documentos de trabajo entre los que destaca el dedicado a analizar los límites y opciones existentes en la valoración del impacto socio-económico de los programas de I+D europeos (ETAN WP, 1999). En concreto, este trabajo se dedica a mostrar la naturaleza de los impactos de las actividades de I+D financiadas con dinero público, así como los métodos y técnicas empleados en la evaluación socio-económica de los mismos. En primer lugar, pone de manifiesto la nulidad de técnicas de evaluación al uso, tales como aplicar la tasa de retorno a los fondos involucrados en la actividad. Este método, que ya es un clásico como resultado de la evaluación de acciones de corte financiero, presenta tres limitaciones muy claras para el caso de la I+D (Gibbons y Georghiou, 1987):

- La I+D tiene numerosos efectos, entre los que hay que destacar, primeramente los de corto plazo sobre los participantes en la propia actividad, bien sean centros de investigación o empresas. Pero además, participan otra serie de instituciones sobre las que, de manera indirecta, y a más largo plazo, también repercuten estas actividades.
- Los resultados de una evaluación de esta actividad, por lo general, se precisan incluso antes de que el trabajo de I+D se haya concluido y, casi con seguridad, antes de que su impacto socio-económico pueda ser completamente medido.
- Los efectos de esta actividad rara vez se pueden atribuir exclusivamente a un solo proyecto o participación. Por lo general son consecuencia de una combinación de inputs, tanto internos como externos a la actividad, incluyendo por ejemplo, los mecanismos de explotación de los resultados alcanzados.

Estos tres motivos son más que suficientes como para plantearse métodos y límites alternativos a los habituales en la evaluación de estas actividades. En consecuencia, el primer planteamiento que se debe hacer uno en la evaluación de la actividad pública en fomento de la I+D es la identificación de los impactos que se pueden esperar de dicha actividad, ser conscientes de que pueden estar estrechamente relacionados y aceptar la complejidad del proceso de innovación. En consonancia con este planteamiento, la Unión Europea ha decidido impulsar la evaluación de sus Programas Marco de acuerdo con un esquema de evaluación en el que: *“la Comisión supervisará continuamente y de forma sistemática, con la ayuda de cualificados expertos externos, la implementación del Programa Marco y de sus programas específicos [...]. En particular, valorará si los objetivos, prioridades y recursos financieros son los adecuados para las circunstancias cambiantes. Cuando sea necesario emitirá una propuesta de cambio para adaptar o suplir al Programa Marco y/o los programas específicos teniendo en cuenta los resultados de la valoración efectuada”* (art. 189-b-4, 1998). Este párrafo sirve para poner de manifiesto el interés demostrado por este alto organismo en la evaluación de la actividad de I+D financiada con sus fondos.

Como consecuencia de la preocupación mostrada por este organismo, los grupos de expertos encuadrados en ETAN han elaborado una serie de trabajos que se encargan de mostrar los impactos socio-económicos que se pueden esperar de estas actividades. Así, en primer lugar, manifiestan que *“cuantos más objetivos sean expresados en términos de impacto socio-económico, más amplio deberá ser el alcance de la valoración efectuada de los mismos”* (ETAN WP, 1999: 4). Estos impactos se pueden resumir

mediante las diferentes *dimensiones del impacto* del gasto público recogidas en el Cuadro 1, en que aparecen clasificados de acuerdo con su inmediatez (directos o indirectos) y su rapidez (corto plazo o largo plazo) en tres ámbitos en los que pueden tener efecto.

Cuadro 1. DIMENSIONES DEL IMPACTO DEL GASTO PÚBLICO EN LAS ACTIVIDADES DE I+D

Principales ámbitos de impacto del gasto público en I+D	Impactos directos		Impactos indirectos	
	Corto plazo	Largo plazo	Corto plazo	Largo plazo
Ámbito Científico	Hallazgos científicos	Conocimiento	Mejora en la enseñanza	Externalidades positivas a la industria
Economía y Sociedad	Mejora de las tecnologías	Mejora en el "Know-How" técnico	Incrementos de productividad	Mejoras de competitividad
Política	Mejora de la comprensión	Resolución de problemas	Incremento en la concienciación de los problemas	Incremento de la satisfacción general

Fuente: Adaptado de ETAN WP, 1999

La tabla anterior pone de manifiesto la complejidad de clasificar los efectos e impactos que se pueden esperar de una política pública de apoyo a las actividades de I+D. Pero, yendo un poco más lejos, dichos resultados también se pueden clasificar de acuerdo con otros criterios, como por ejemplo los que se enumeran a continuación y que hacen que la imagen de su posterior evaluación resulte todavía más compleja:

- Resultados tangibles frente a conocimiento y habilidades: las habilidades, por lo general, se consideran una parte integrante o resultado incluido dentro del conocimiento que tiene el propio capital humano, lo que hace que, con frecuencia, se pase por alto como resultado de la actividad de I+D.
- Resultado frente a impacto: se puede hacer la distinción entre los resultados de la actividad y los impactos que se producen de la interacción entre esos resultados y la economía o la sociedad. Los resultados pueden ser puramente científicos (tales como las publicaciones), intermedios (como una patente o prototipo) o finales (tales como los nuevos productos o mejorados). Efectos o impactos de

esos resultados serían el incremento en la cifra de ventas, mejoras de la competitividad o políticas que ayuden a mejorar la calidad de vida.

- Proyecto frente a programa: los proyectos, considerados individualmente, es posible que resulten exitosos en términos de resultados de las investigaciones desarrolladas, soluciones tecnológicas encontradas o, incluso, resultados económicos para los participantes. Pero hay que considerar que el programa, considerándolo como un todo o conjunto de proyectos, puede haber generado resultados económicos o sociales inesperados o no deseados. Por lo general, el impacto potencial de un programa excede la suma de los efectos de los proyectos individuales.
- Participante frente a no participante: resulta sencillo analizar los impactos sobre los participantes en las actividades, ya que son inherentes a la propia participación, pero no resultan tan claros de encontrar aquellos que se producen sobre los no participantes ya que sólo los primeros pueden ser fácilmente identificados e, incluso, tienen cierta obligación de cooperar en la evaluación
- Continuidad frente a flexibilidad: un programa aparece claramente definido durante su período de vigencia lo que puede garantizar una implementación más o menos directa y eficiente del mismo, pero las condiciones económicas o tecnológicas que afectan a los participantes son más complejas de definir y pueden cambiar durante el período de vigencia. Esto puede requerir de una cierta flexibilidad en la manera en que se debe gestionar el programa que puede complicar su evaluación en términos de haberse alcanzado las metas fijadas inicialmente.
- Corto plazo frente a largo plazo: los impactos de los programas de I+D se producen a lo largo de muy diferentes escalas temporales por lo que la extrapolación de ciertos resultados resulta siempre peligrosa.
- Aplicación directa frente a aplicación inesperada: de forma ideal, los resultados de un proyecto de I+D se pueden aplicar directamente contribuyendo al objetivo para el cual se buscaron. Pero puede ocurrir que ciertos resultados, aun siendo excelentes, no puedan contribuir en su momento al objetivo previsto inicialmente y deban esperar su oportunidad, contribuyendo eso sí, al conjunto de conocimientos que,

en otro momento inesperado, pueda ser clave para contribuir a un desarrollo o resultado completamente diferente y alejado de las metas originales del programa inicial.

- Impactos económicos frente a sociales: No siempre se pueden distinguir claramente los impactos generados. Algunos economistas piensan que todos los impactos que se consideran sociales se pueden expresar en términos monetarios, por ejemplo, empleando el principio de que “el que contamina, paga”, pero esto implica emitir juicios (tales como valorar la vida humana o el coste en la reducción de la calidad de vida) que pueden no ser completamente compartidos. Otros impactos de claro ámbito económico, tales como el empleo, tienen a su vez, implicaciones sociales muy importantes que hacen que la frontera entre ambos no resulte tan nítida.
- Impacto económico frente a impacto estructural: los impactos de tipo estructural tienen una relevancia aún mayor en el ámbito de Europa ya que representan la manifestación de una “masa crítica” creada en la Unión Europea y sirven para valorar un objetivo prioritario como es el de lograr la cohesión. Pero, una vez más, su relación con los impactos de carácter económico resulta complejo. Ello podría llevar a una subestimación de los efectos económicos, en particular porque los beneficios de las redes de innovación no resultan fácilmente cuantificables.

Estas clasificaciones, como se ha indicado, ponen de manifiesto la complejidad de valorar los efectos de una política de I+D, pero lo que sí resulta básico para poder proceder a valorar esos efectos económicos y/o sociales es la necesidad de definirlos previamente. A tal efecto, la Unión Europea también ha impulsado decididamente la realización de conferencias y reuniones de expertos con el objetivo de establecer precisamente los parámetros básicos para la realización de las evaluaciones: definiciones, alcances, métodos y metodologías, plazos, etc. en un intento por dotar a la disciplina de una base suficientemente sólida como para que sea entendida y contemplada como un elemento más del proceso político.

Además, hay que mencionar los trabajos que han llevado a cabo, en este sentido, algunos organismo privados, dedicados durante bastante tiempo a la elaboración de unos ciertos estándares que hay que observar al llevar a cabo la evaluación de las políticas

científicas y tecnológicas. En concreto, aquí se muestran los trabajos llevados a cabo por una corporación austriaca, FTEVAL que, a través de Plattform (Research and Technology Policy Evaluation) y, en colaboración con diversos ministerios de aquel país y centros públicos de investigación, lleva desarrollando desde 1996 actividades con objeto de “fomentar más y mejor la realización de evaluaciones transparentes para una planificación estratégica más óptima de las políticas de ciencia y tecnología en Austria y para extender y desarrollar una cultura de la evaluación en colaboración con los agentes y responsables de la toma de decisiones en el área de la política científica y tecnológica¹⁷”. Este esfuerzo se ha plasmado en la elaboración de lo que han denominado “Evaluation Standards”¹⁸. Entre los aspectos tratados y desarrollados en dicho documento y que resultan de interés, se encuentran los referentes a significado y función de la evaluación, desarrollo de sistemas de evaluación, métodos y técnicas y la evaluación en relación con el ciclo político. Sin entrar a debatir la idoneidad de dichos estándares, hay que poner de manifiesto el importante avance que supone el que un documento así salga a la luz, ya que puede suponer el inicio de una formulación específica y la *reglamentación*, aunque dicha palabra pueda resultar un tanto dura, del proceso de evaluación en su más amplio sentido.

2.4. Los orígenes de la política científica y tecnológica española: la evaluación de las políticas públicas de I+D

El asentamiento de la democracia en España parece haber cobrado ya tal nivel de consolidación desde que se adoptara en 1976 que resulta muy distante el tiempo en que las políticas públicas eran impuestas y aceptadas sin mayores objeciones por la clase política española y, sobre todo, por la ciudadanía. Por entonces, considerar la posibilidad de evaluar los efectos provocados con dichas políticas era una utopía y los procesos de evaluación, en el supuesto de que se diera alguno, podían dar lugar a informes que, en ningún caso trascendían al dominio público. La evaluación de la actividad pública, como parte integrante de una política era, simplemente, ignorada. En realidad tan sólo han

¹⁷ Extracto de la misión de dicho organismo, que aparece reflejado en su página web, accesible desde: <http://www.fteval.at/home.php?lang=en>

¹⁸ Aún sin un formato de publicación, dichos estándares de evaluación se pueden encontrar en la página web anteriormente reseñada. Es de esperar que, posteriormente, se conviertan en un documento referenciable aunque, previamente, deba someterse a la aceptación de la comunidad científica evaluadora así como de los políticos y agentes que encargan y reciben dichas evaluaciones.

transcurrido veintisiete años desde aquellos “oscuros” tiempos. Pero durante este período, ¿cuál es el avance que ha experimentado España en materia de formulación de políticas públicas de I+D e innovación? Si se piensa tan sólo en cómo son las cosas actualmente, se puede concluir que el avance ha sido rápido y positivo, que el proceso de institucionalización de la actividad pública en materia de I+D está plenamente consolidado y, con ello, la evaluación de esa actividad. Un análisis un poco más pormenorizado, sin embargo, deja entrever las debilidades propias de la juventud de tal proceso.

Tras un período de ajustes, más o menos turbulentos¹⁹, se puede considerar que la institucionalización de las políticas de fomento y apoyo a las actividades de Investigación y Desarrollo e Innovación culmina con la promulgación en 1986 de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (ley 13/1986 de 14 de abril), familiarmente conocida como *ley de la ciencia*. Dicha ley se constituirá como el eje del incipiente sistema español de ciencia y tecnología que debería resolver los endémicos problemas de la base científico-técnica española. De esos problemas se va a resaltar el que más interesa a los fines de esta investigación y que se refiere a la “falta de conexión entre los objetivos de investigación y las políticas sectoriales y entre los centros de investigación y el sector productivo”²⁰ y que en este trabajo aparece referido como *la falta de articulación del sistema de innovación español*. Dicha ley encomendaba la gestión fundamental de las actividades de I+D a un organismo, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), heredera²¹ de las atribuciones de la antigua CAICYT²². Este organismo articularía toda su actividad a través del Plan Nacional de I+D. La CICYT, en su calidad de comisión interministerial, carecía de atribuciones sobre los ministerios sobre los que ejercía algún tipo de influencia, pero en la práctica y, debido fundamentalmente al gran peso que adquiriría la clase científica dentro de los puestos fundamentales de la misma, pasaría a ser un brazo ejecutor de la política del Ministerio de Educación en materia de I+D. Además, la ley pretendía garantizar la coordinación entre las diferentes actividades y actuaciones de la administración. Dicha coordinación se vería dificultada por la estructura bicéfala que acabaría imperando: por un lado, el Ministerio de Educación con su brazo ejecutor, la CICYT que absorbería la

¹⁹ Sin duda, una de las recopilaciones más prolijas y detalladas al respecto, que cubre el período comprendido entre 1939 y finales del siglo XX es la de Sanz, 1997.

²⁰ Preámbulo de la Ley 13/1986.

²¹ En la práctica, la CICYT no era más que la CAICYT pero con un cambio en el nombre.

²² La Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, CAICYT, se crea por ley de 7 de febrero de 1958 con la misión de informar a los diferentes ministerios sobre cuestiones relacionadas con la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

gestión de las actividades relacionadas con la investigación básica y aplicada y, por otro, el Ministerio de Industria, a través de su agencia gestora, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), que sería la encargada de gestionar y promover las actividades de desarrollo tecnológico de corte más industrial y aquellas que se encargaban de promover actuaciones que implicasen la participación de empresas y grupos de investigación. Al poco tiempo, en 1991 concretamente, el propio Ministerio de Industria, a través de otros departamentos y direcciones generales, recibe la gestión de tres programas que aparecen sucesivamente y están destinados a las empresas con objeto de movilizarlas en temas relacionados con la innovación. Estos programas son, por orden de aparición, el Plan de Actuación Tecnológica Industrial (PATI), la Iniciativa de Apoyo a la Tecnología, la Seguridad y la Calidad Industrial (ATYCA) y el Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT), que van apareciendo en sucesivas convocatorias del Plan Nacional de I+D.

2.4.1. El Plan Nacional de I+D: origen, estructura y gestión

El Plan Nacional de I+D que, como se indicó anteriormente, surge como el principal objetivo de la Ley de la Ciencia²³, ve la luz en su primera edición el 19 de febrero de 1988. Conviene recordar que los Planes Nacionales se crean como instrumento de fomento y programación de las actividades de I+D, así como mecanismo de coordinación de éstas con las políticas de investigación de la Administración del Estado y las Comunidades Autónomas. En consecuencia, constituyen “[...] el marco normativo e instrumental por el que se posibilita la implantación de una política científica y tecnológica nacional que sea capaz de ordenar el sistema, corrigiendo la situación señalada²⁴ y, por otra parte, de abordar los desafíos que plantea la sociedad en estos momentos, así como de proyectarse en el futuro teniendo en cuenta el entorno internacional”²⁵. Además de esta función de carácter genérico, se marcan una serie de objetivos, también generales, que determinan los programas bajo los que quedará configurado el Plan. En consecuencia, el Plan Nacional no hace mención expresa a la evaluación de las actividades que se pretenden fomentar bajo su auspicio. Tan sólo, en la enumeración de los apartados que deben integrar los diferentes programas, se establecen en el punto 10

²³ De hecho, el capítulo I de la citada Ley trata “Del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico” y dedica sus 6 primeros artículos a delimitar aspectos relacionados con el mismo.

²⁴ Alusión a la situación de descoordinación existente en materia de I+D entre las administraciones, como se ha indicado anteriormente.

²⁵ CICYT (1988: 51)

los *Instrumentos de seguimiento y evaluación del Programa*²⁶. Bajo este esquema general, los programas integrantes del Plan, podrán recoger iniciativas de los diferentes ministerios siempre que atiendan a un objetivo de interés nacional. De todos modos, la formulación definitiva de los programas corresponderá a la CICYT y su financiación al Fondo Nacional. Hay que resaltar que el diseño de los programas, tal y como señala Sanz (1997), se había iniciado ya en 1985 y siempre sobre la base de la experiencia anterior, básicamente constituida por los programas especiales de I+D y los planes movilizados puestos en marcha por la CAICYT a principios de los años 80. En todo caso, se establecieron unos criterios que sirvieron de base para determinar qué ámbitos o disciplinas de la investigación sería objeto de configuración bajo un Programa Nacional. Finalmente, se establecieron 23 programas configurados bajo 6 áreas, determinadas con el referente del Programa Marco de I+D de la Comunidad Europea. Esta estructura final, reflejada en el Cuadro 2, sería la que presentaría el I Plan Nacional, vigente entre 1988 y 1991.

En 1989 se llevó a cabo un reajuste del I Plan Nacional que supuso la inclusión de programas aprobados anteriormente y otros cuatro completamente nuevos. Cabe añadir que, como resultado de una política de “esperar y ver”²⁷ por parte de los gestores del Plan, se procedió a fijar unos objetivos científicos de gran espectro, al efecto de ver cuáles de ellos proporcionarían mejores resultados. Desde el punto de vista de un trabajo de investigación que evalúa un programa concreto del Plan Nacional, esa actitud podría ser coherente si llevara aparejada la evaluación posterior de los resultados generados con dicho programa. Ahora bien, si se constata que la evaluación de las acciones financiadas bajo cualquiera de los programas del Plan Nacional ha sido, en el mejor de los casos, superficial, cabe preguntarse si esa política no respondería más a presiones de los diferentes grupos de investigación, deseosos de poder contemplar su disciplina e intereses de investigación encuadrados bajo un *Programa* concreto del Plan y unos determinados objetivos científicos. Sea como fuere, se puede ver que el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos formó parte del Plan Nacional desde un inicio. La estructura y contenidos de las diferentes áreas y programas que constituyeron el I Plan Nacional irían sufriendo modificaciones a lo largo de los dos siguientes planes, pero manteniendo una cierta coherencia estructural.

²⁶ CICYT (1988: 89)

²⁷ Aunque no resulte apropiado emplear vocablos procedentes de otros idiomas y que no han sido adaptados al español, la expresión anglosajona “wait and see” (esperar y ver) recoge fielmente la actitud de los gestores del I Plan Nacional de I+D.

En relación con la gestión del Plan Nacional, ésta quedaba en manos de la Secretaría General del Plan Nacional (SGPN), dependiente de la CICYT, la cual se subdividió en vicesecretarías de las que dependían los jefes de cada área científica del Plan de los que, a su vez, dependían los coordinadores de los diversos programas. La SGPN será la encargada de lanzar las diferentes convocatorias para presentar propuestas de proyectos. La evaluación de las diferentes propuestas presentadas por los Centros Públicos de Investigación correría a cargo de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) que depende directamente de la Comisión Permanente de la CICYT²⁸. La ANEP lleva a cabo la evaluación por pares de las solicitudes y su decisión es remitida a los coordinadores que, conjuntamente con otros académicos, que no tienen por qué estar relacionados con esa disciplina científica, componen un comité del programa y serán los encargados finales de analizar la adecuación de las propuestas evaluadas positivamente a los objetivos del Plan. En resumen, y resaltando algo que posteriormente será comentado, la decisión final sobre qué acciones se iban a financiar era tomada por un conjunto de científicos que empleaban baremos basados estrictamente en la calidad científica a la hora de evaluar las diferentes propuestas. Por lo tanto, se puede comprobar que el proceso de concesión de las ayudas puede estar fuertemente influido por dicho comité en favor de proyectos más orientados a la investigación básica que los de orientación más aplicada²⁹ o de utilidad socioeconómica o, lo que resulta aún más peligroso, hacia aquel o aquellos investigadores con una trayectoria científica más destacada. Asimismo, hay que mencionar que, tanto los coordinadores de áreas como los evaluadores y demás miembros de los comités, son personal a tiempo parcial, lo que redundaba en una gestión más deficiente que si la dedicación fuera completa. Esta limitación sólo puede ser atribuida al proceso de creación de los organismos gestores que, ya desde su aprobación en 1988, determinaba que todos los altos cargos serían titulados superiores que ocuparían puestos académicos en universidades y otros Organismos Públicos de Investigación, mientras que la presencia de personal fijo gestor sería muy escaso. De ello se deduce una falta casi absoluta de burócratas profesionales que, sin duda, ha marcado la evolución del Plan Nacional.

²⁸ Actualmente, y tras algunas remodelaciones ministeriales, la ANEP ha pasado a depender de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación.

²⁹ Quizás como dato revelador del posible sesgo y, de acuerdo con Sanz (1997), se puede mencionar que de los 561 evaluadores que participaron por primera vez en 1986, tan sólo 9 eran investigadores de empresas.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DEL I PLAN NACIONAL DE I+D, 1988-1991**PROGRAMAS NACIONALES***Calidad de Vida y Recursos Naturales*

- Biotecnología
- Salud
- I+D Farmacéutico
- Investigación sobre el Deporte
- Investigación Agrícola
- I+D Ganadero
- Sistemas y Recursos Forestales
- Tecnología de Alimentos
- Conservación del Patrimonio Natural y Procesos de Degradación Ambiental
- Recursos Marinos y Acuicultura
- Recursos Geológicos

Tecnología de la Producción y de las Comunicaciones

- Automatización avanzada y Robótica
- Investigación Espacial
- Nuevos Materiales
- Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

Problemas Socioculturales

- Problemas Sociales y Bienestar Social
- Patrimonio Histórico
- Estudios Sociales y Culturales sobre América Latina

Programas Horizontales y Especiales

- Formación de Personal Investigador
- Investigación en la Antártida
- Física de Altas Energías
- Información para la I+D
- Interconexión de Recursos Informáticos (IRIS)

PROGRAMAS DE COMUNIDADES AUTÓNOMAS

- Química Fina (Cataluña)
- Nuevas Tecnologías para la Modernización de la Industria Tradicional (Comunidad Valenciana)

PROGRAMAS SECTORIALES

- Promoción General del Conocimiento
- Formación del Profesorado y Perfeccionamiento del Personal Investigador
- I+D Agrario y Alimentario

Fuente: extractado de CICYT (1993): *Memoria de Actividades del Plan Nacional de I+D durante 1991. Resumen del Cuatrienio 1988-1991 y perspectivas futuras*. Madrid: CICYT, p. 298.

De esta manera, la distribución de ayudas a proyectos de I+D financiados por el Plan Nacional quedaría en manos de los académicos, con lo que se limitaba la posibilidad de establecer lazos entre el mundo científico y el empresarial. Esta limitación se trataría de paliar posteriormente con la aprobación y puesta en marcha en 1989 del Programa de Estimulo a la Transferencia de Resultados de Investigación, PETRI y la creación de la red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI/OTT)³⁰. De esta manera se separaban explícitamente en fases diferentes los procesos de generación de conocimiento científico y el de su posible explotación económica. Este proceso terminó siendo aún más patente al encomendarse la tarea de aplicar resultados científicos en la

realización de proyectos empresariales a una tercera herramienta, los Proyectos Concertados, que para mayor complicación de la ya de por sí difícil coordinación, se encomendó a una agencia dependiente del Ministerio de Industria, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, CDTI. En suma, y aunque se pueda ver como un mecanismo meramente condicionado por presiones de ciertos grupos, el proceso de innovación bajo el que echa a andar el Plan Nacional de I+D aparece enmarcado en un modelo de corte lineal en el que se suceden las fases de investigación, desarrollo y aplicación de forma claramente secuencial y desconectada. En este punto es conveniente recordar que, a nivel teórico, existían ya planteamientos alternativos³¹ y aceptados por organismos internacionales como la OCDE que establecen que la innovación, entendida de forma genérica, se ajusta más a un proceso interactivo entre los generadores de conocimiento científico y su aplicación en y por las empresas, lo que posibilita una mejor estructuración del tejido socioeconómico de una región. De echo, estos planteamientos estaban en la base de la creación de los mencionados Programa PETRI y red OTRI/OTT. Por lo tanto, se observa que existen diferencias entre los planteamientos empleados para diseñar las diferentes herramientas de las que se servirá el Plan Nacional. En definitiva, aunque ciertos objetivos establecidos en el Plan respondían mejor a modelos interactivos de la innovación, su posterior implementación y gestión se hacía de acuerdo con el modelo lineal descrito, lo que ya hace prever una falta de coherencia que redundará negativamente en la posterior medición de los resultados y su evaluación.

Para terminar con la descripción del origen, estructura y gestión del Plan Nacional, se puede señalar que desde 1999, tras el cambio en el partido gobernante, la política de I+D e innovación se ha sometido a revisión y, entre otras consecuencias, el Plan Nacional de I+D (que pasa a denominarse Plan Nacional de I+D+i, donde la “i” hace referencia a la innovación) y la estructura gestora aparentemente sufren una profunda remodelación al crearse el nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología. A partir de ahora, éste asume todas las competencias en materia de I+D (+i). Sin entrar a describir la nueva estructura gestora ni el nuevo diseño de la principal herramienta de la política científica y tecnológica, baste señalar que dicha remodelación se ha llevado a cabo nuevamente sobre los cimientos precedentes y, si bien ahora todo el entramado queda bajo un solo ministerio, lo que podría garantizar cierta mejora en la coordinación al terminarse con la problemática

³⁰ Posteriormente se entrará en detalle en el papel y descripción de las funciones de la red OTRI/OTT. Baste apuntar en este momento que se pretendió convertirla en los brazos gestores que ayudaran y facilitaran la aproximación entre el mundo científico y el empresarial, diluyendo las mutuas y endémicas reticencias a colaborar.

³¹ Se hace referencia al denominado “modelo interactivo” de innovación, que se debe a Kline y Rosenberg (1986).

estructura bicéfala, tanto el diseño de las herramientas como los mecanismos de gestión siguen siendo idénticos y adoleciendo de las mismas carencias apuntadas anteriormente.

2.4.2. El Programa Nacional de Tecnología de Alimentos: la articulación como objetivo del Programa

Como ya se ha indicado, el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos (PNTA) forma parte del Plan Nacional de I+D desde su implantación en 1988 y su presencia en el mismo es ininterrumpida desde ese momento. El diseño de este programa quedó, por una parte, en manos de 5 investigadores que provenían de centros de investigación dependientes del CSIC y universidades, todos ellos estrechamente relacionados con la investigación en tecnología de alimentos; en segundo lugar, de 4 gestores representantes del Ministerio de Sanidad, el de Agricultura, del CDTI y de la CICYT; y, por último, un representante del sector de la alimentación. Esta composición es reflejo de la preponderancia de los intereses académicos sobre los empresariales en el diseño del Programa, lo que es coincidente con el proceso de diseño del propio Plan Nacional. A pesar de ello, desde un inicio se observa en el Programa una especial sensibilidad por darle un enfoque socioeconómico, como eje del mismo, en busca de ofrecer respuestas a las demandas sociales y empresariales. En función de esas demandas se establecen los objetivos que pretende cubrir el programa y que deben determinar los objetivos científico-técnicos más concretos para los proyectos y, en definitiva, las acciones que se propondrán para alcanzarlos. En este punto el Programa establece una dicotomía entre lo que se consideran “Objetivos de I+D” y los denominados “Otros objetivos”. Así, entre los primeros se fijaron los siguientes:

- Incrementar la productividad de la labor investigadora del sector público
- Fomentar la I+D en el sector privado
- Promover investigaciones básico-orientadas
- Desarrollar metodología analítica nueva o mejorada
- Fomentar el desarrollo de procesos y productos nuevos y la optimización de los existentes
- Promover la investigación y desarrollo en biotecnología de alimentos
- Promover la utilización de materias primas excedentarias

Entre el grupo de “otros objetivos”, se fijaron los siguientes:

- Desarrollo de mecanismos de transferencia de tecnología a los usuarios
- Apoyar a las industrias innovadoras
- Incrementar la conexión entre los laboratorios de control de alimentos y los laboratorios de investigación
- Mejorar la coordinación entre las unidades de I+D en tecnología de alimentos
- Apoyar los programas de formación de personal
- Apoyar determinados programas de cooperación internacional

Esta división de objetivos cobra especial relevancia cuando se muestra que los primeros (los de I+D) se orientan exclusivamente a la generación de conocimiento mientras que entre los del segundo grupo hay una más clara orientación de puesta al servicio de la colectividad de posibles usuarios, la sociedad o la industria. Es interesante poner en evidencia esta separación ya que, como se indicó en el apartado anterior, se optó por favorecer las actividades de investigación básica y aplicada de forma separada a las de su aplicación sobre la industria. Es decir, siguiendo el criterio establecido por el Plan, el PNTA también asumió como bueno el modelo lineal de innovación en su diseño. A ello hay que añadir las características propias de cada uno de los tres instrumentos básicos de financiación de actividades de I+D e innovación:

- Los Proyectos de I+D respondían, como se indicaba precedentemente, a la financiación de proyectos de investigación básica aplicada y eran exclusivamente desarrollados por centros públicos de investigación.
- Las Acciones PETRI se emplearían para financiar actividades de transferencia de resultados de la investigación de los centros públicos de investigación a las empresas.
- Los Proyectos Concertados se emplearían en la financiación del desarrollo de nuevos procesos o productos en empresas y con la participación de algún centro público de investigación.

Aunque existen otras herramientas, como los Proyectos de Infraestructura, destinados a la financiación y compra de infraestructura para llevar a cabo las actividades

de I+D, se ha optado por no incluirlos dentro del análisis aquí efectuado ya que no proporcionan resultados directos de carácter científico ni de posible transferencia. Desde un punto de vista estructural quizás sí que debieran ser tenidos en cuenta, puesto que la incidencia de los cambios en las instalaciones puede repercutir sobre los posibles resultados a alcanzar en las investigaciones.

En resumen, tanto el diseño como los instrumentos de que se valdría el PNTA, seguían fielmente el modelo lineal de innovación de fases sucesivas y no necesariamente interconectadas. Este planteamiento, como se decía precedentemente, resulta aparentemente contradictorio con los de las instituciones internacionales³² en las que se suponía que el Plan Nacional (y por añadidura los Programas que lo componen) se inspiraba en su formulación.

Por otra parte y, atendiendo al contenido de los objetivos, se puede comprobar que hay dos tipos claramente diferenciables: por un lado, aquellos cuya formulación es la propia de una política de corte neoclásico cuya función, en materia de I+D, es la de responder a un fallo de mercado y, por otro, aquellos en los que se ha optado por una formulación más propia de una política de corte estructural, más tendente a sentar las bases para un crecimiento económico a largo plazo. Así, entre los primeros se encuentran los que fomentan la realización de actividades (investigación básica y aplicada, incrementar la productividad o fomentar la investigación en el sector privado) que se realizan por debajo de un nivel socialmente demandado o subóptimo y, en consecuencia, las autoridades pueden intervenir corrigiendo la situación a través de la subvención. Entre los segundos se encuentran aquellos que crean las bases del desarrollo a largo plazo, como es la formación de personal, la mejora de las relaciones entre diversos agentes no conectados, la transferencia de resultados entre agentes... En definitiva, estos últimos objetivos persiguen la comunicación entre agentes, lo cual permite establecer las bases para una futura colaboración, estrechando lazos y vinculando organismos inicialmente inconectados pero que forman parte de un mismo sistema.

³² Tanto la OCDE como la UE habían dado muestras de considerar la innovación como un proceso caracterizado por las interacciones entre empresas, usuarios y ciencia y en el que las empresas son el centro de atención sobre el que gira el proceso. El Libro Verde de la Innovación de la UE es un ejemplo de este estilo.

2.4.3. *La Evaluación de la Política de I+D en España: ¿se cierra el ciclo de la política?*

Hasta ahora se ha mostrado el origen y evolución de la política científica y tecnológica en España, del Plan Nacional de I+D como instrumento fundamental de dicha política, de los objetivos marcados en uno de los programas que integran el Plan y que será el objeto de este estudio, pero nada se ha mostrado al respecto de la evaluación de dichas políticas ni de los instrumentos puestos al servicio de éstas³³. Surge la pregunta de cuál es la posición de España en materia de evaluación de las políticas públicas: ¿es avanzada o retrasada?, ¿se tiene conciencia de su necesidad o es ignorada?, ¿existen mecanismos que las ponen en marcha o surgen de forma espontánea y al margen de un ciclo estructurado?

Antes de contestar esas preguntas, hay que preguntarse por las características del ciclo de una política y enmarcar en él la evaluación de la misma. Varios autores han reflejado dichas características, de las que hay que destacar los tres estadios fundamentales: *formulación, implementación y seguimiento* (Rist, 1995). Estas tres fases deben mostrar una coherencia interna con el fin de responder, como un todo, a un objetivo original, marcado en la formulación de la política (Rocheffort y Cobb, 1993; Lippincott y Stoker, 1992; Jasanoff, 1991; Bamberger, 1989). Dicho objetivo debe ser acometido de acuerdo con los instrumentos más apropiados a disposición del organismo encargado de implementarla. Por último, se debe efectuar un seguimiento con instrumentos acordes³⁴ al fin perseguido con la política (Guthrie, 1991; Rist, 1989).

De esta estructura se extrae, en primer lugar, la necesidad de llevar a cabo un ciclo de la política coherente en su totalidad, es decir, la forma en que se formuló el objetivo debe servir para escoger el instrumento con que mejor se pueda alcanzar éste y, consecuentemente, la evaluación del instrumento debe realizarse con indicadores que extraigan la información pertinente sobre su funcionamiento. Pero todo ello, objetivos, instrumentos e indicadores, deben estar claramente identificados, definidos, y construidos en el diseño de la política a fin de que ésta fluya adecuadamente a lo largo del período en que se estimó su vigencia. Así, la evaluación final que se efectúe, debe servir como

³³ La consideración del Plan Nacional de I+D al igual que sus programas integrantes, tales como el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos, objeto de este estudio, como instrumentos de una política científica y tecnológica, puede resultar discutible, toda vez que el Plan Nacional supone un marco suficientemente amplio como para que se pierda de vista su carácter instrumental pero al servicio de un objetivo genérico.

³⁴ El uso del término "instrumentos" se centra más en la determinación de los indicadores que mejor extraerán información sobre el grado de cumplimiento del objetivo u objetivos marcados en la formulación de la política.

retroalimentación para la siguiente política que se implemente, de forma que se puedan reorientar los objetivos de acuerdo con los resultados anteriores alcanzados, cerrándose así el ciclo de la política.

En el terreno de la política científica y tecnológica hay que poner de manifiesto que el conjunto de personas, instituciones, gestores,... en definitiva, de agentes implicados en el diseño y puesta en marcha de una política de este tipo, presenta una dimensión adecuada como para que se pueda establecer un círculo virtuoso que permita rediseñar aquellos aspectos que no funcionaron en un principio, mejorar los que sí funcionan y hacer que sigan funcionando los que se considera que lo hacen correctamente y de acuerdo con los objetivos marcados. En este sentido, resulta de gran valor poner en juego información relevante en relación con el funcionamiento de la política, con lo que el posterior debate de rediseño resulta mucho más fructífero, por lo que el papel de la evaluación es fundamental en dicho proceso. La evaluación previa, o ex-ante, de una política puede proporcionar información muy útil a la hora de fijar objetivos (nuevos o modificaciones a los existentes), sin que ello implique una sustitución de la responsabilidad política.



En este sentido, la corporación FTEVAL en Austria, a la que ya se ha aludido en el apartado 2.3, muestra lo que se puede considerar un ciclo de política ideal en el que un

programa concreto es concebido y desarrollado sobre la base de un problema detectado. Los procesos de evaluación ex-ante sirven para valorar la idoneidad del diseño del programa pensado para atajar dicho problema. El programa es puesto en marcha y, generalmente, cedido a una institución u organismo que es la encargada de gestionarlo y ejecutarlo. Un proceso de evaluación intermedia sirve para ofrecer una valoración provisional del programa pudiendo proporcionar recomendaciones sobre la gestión y continuación del programa. Posteriormente, una vez que ha concluido la vigencia del programa debe procederse con una evaluación ex-post que ofrecerá información vital sobre el funcionamiento del mismo en sus diferentes ámbitos. La transferencia de los resultados de dicha evaluación provocan consecuencias en relación con su idoneidad, su necesidad de continuidad, modificaciones que se deben llevar a cabo para reajustarlo, aumentando o disminuyendo su alcance, etc. En el Gráfico 1 se muestra no sólo el papel que juegan las diferentes formas de evaluación de una política dentro del ciclo político, sino también que las evaluaciones se encuentran a diferentes niveles: un primer nivel de tipo estratégico, responsable del diseño y desarrollo de la política y un segundo nivel de gestión en el que se evalúa la gestión y el grupo objeto de la política. Es preciso diferenciar claramente estos dos niveles en relación con el trabajo que se lleva a cabo en cada uno de ellos.

En definitiva, este organismo plantea una integración real de la evaluación en el ciclo político con un papel claro de los instrumentos de evaluación, siendo éstos parte integral del diseño y desarrollo de las políticas científicas y tecnológicas.

En el caso de España existe una escasa tradición evaluadora y prácticamente nula en relación con las políticas lanzadas desde las diferentes administraciones. Desde luego, cualquier intento por evaluar una política en España hay que buscarlo desde la implantación de la democracia. Con anterioridad a este cambio, cualquier evaluación que se pudiera haber llevado a cabo, tuvo un carácter interno y en ningún caso se hizo pública. Por lo tanto, si se establece un horizonte temporal de unos 25 años, se pueden encontrar evaluaciones relacionadas con políticas regionales de desarrollo (Díez, 2001).

Si se presta atención al marco español actual para la política científica y tecnológica, constituido por la Ley de la Ciencia, y tal y como se indicó anteriormente, la única mención que se hace a la evaluación es para situar a la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) en su posición administrativa y determinar sus funciones en relación con la evaluación. Éstas se pueden resumir en la gestión de la evaluación externa, por pares, de las solicitudes de financiación de los proyectos y demás acciones de financiación contempladas en el Plan Nacional. Pero en ningún caso se le

atribuyen funciones de evaluación ex-post de los programas que constituyen el Plan Nacional o del propio Plan. Curiosamente, el único ejercicio de evaluación ex-post que se ha hecho sobre el Plan Nacional no se le atribuye a la ANEP, sino a la propia CICYT, que en la memoria de actividades del Plan Nacional de I+D durante 1991 (CICYT, 1993) incluye un apartado dedicado a la evaluación, tanto del Sistema Español de Ciencia y Tecnología como del Plan Nacional de I+D. En este caso se aprecia que falta un fin para tal ejercicio de evaluación y, en consecuencia, no sirve a ningún objetivo concreto de mejora de la política. Por otro lado, sin menosprecio del trabajo que haya supuesto, el ejercicio de la evaluación, cuando ésta es llevada a cabo por el organismo evaluado, resulta poco útil. Y no ya por la calidad en sí de la evaluación, sino por el grado de fiabilidad que se puede proporcionar cuando se es juez y parte en el proceso.

Fuera del ámbito de la CICYT, son pocos los ejemplos de evaluaciones que se han efectuado sobre programas del Plan Nacional. Tan sólo es posible encontrar las que han llevado a cabo Espinosa de los Monteros, et al., (1994; 1995a; 1995b) sobre tres programas del Plan Nacional: el de Salud, el de Investigación y Desarrollo Farmacéutico y el de Nuevos Materiales. Dichas evaluaciones se cimentan sobre los resultados que se recogen en los informes finales de los proyectos de I+D que dichos programas financian, así como en un cuestionario propio. Los resultados de la evaluación se centran en el análisis estadístico de los recursos suministrados a los programas por la administración en forma de subvenciones y en los resultados científicos que se han obtenido con su empleo.

Otro ejercicio ha sido el que llevaron a cabo Criado et al. (1993) en relación con el Programa Nacional de Materiales durante sus primeros cuatro años de vigencia, que coinciden con el Primer Plan Nacional de I+D. Este trabajo tiene la peculiaridad de que trata de establecer razones por las que se han producido ciertas discrepancias entre los intereses de los investigadores y las demandas de las empresas, lo cual entronca directamente con el objetivo de nuestro trabajo: analizar las relaciones fomentadas por una política pública.

Por lo que respecta a la investigación en tecnología de alimentos, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, tradicionalmente, el único centro público de investigación en este área, publica en 1984 (Gabinete de estudios de la presidencia, 1984) un trabajo sobre la investigación alimentaria en España desde el punto de vista de la aportación realizada por este organismo. Si bien se puede decir que tiene una cierta intención de evaluación en su contenido, puesto que se centra en los resultados obtenidos a lo largo del período analizado, la consideración de este trabajo como tal es

dudosa, ya que, en primer lugar, hasta la aparición del Programa Nacional de Tecnología de Alimentos en 1988, no se puede hablar de una política científica y tecnológica claramente dirigida a impulsar la investigación en este área, por lo tanto, este trabajo no puede considerarse la evaluación de ninguna política. En segundo lugar, vuelve a centrarse en el ámbito del CSIC, con lo que se estaría hablando de un caso idéntico al de la evaluación del Plan Nacional efectuada por la propia CICYT.

En consecuencia, la evaluación sistemática de las políticas destinadas al fomento de las actividades de I+D e innovación en España aún está lejos de ser una realidad y considerarse como una parte más del ciclo de la política. Los ejemplos que se han presentado constituyen más anécdotas y ejercicios de carácter privado que prácticas habituales, con una orientación y finalidad claras dentro de los organismos gestores de una determinada política. Por tanto, resulta preciso e incluso se podría decir que es una urgencia el concienciar a la clase política de la necesidad de llevar a cabo evaluaciones sistemáticas y bien diseñadas de las políticas que se emprenden y en mostrar que el ejercicio de la evaluación constituye una prioridad del político y es bueno que así sea.

2.5. El PNTA y la articulación del Sistema Alimentario de Innovación Español

El lanzamiento de un programa público que apoya la realización de actividades de investigación y desarrollo, forma parte de una estrategia general más amplia y ambiciosa que comúnmente se denomina política científica y/o política tecnológica³⁵. En el caso concreto del Programa Nacional de Tecnología de Alimentos, se puede considerar como un conjunto de instrumentos junto con la organización administrativa que se establece para poner en marcha la política tecnológica específica y cuyo fin último es el de afectar e influir sobre el Sistema Alimentario de Innovación Español (SAIE). Lógicamente, la fijación de unos determinados objetivos debería influir y dictar el posterior diseño de los instrumentos puestos al servicio de la consecución de dichos objetivos. En relación con el segundo grupo de objetivos fijados en el PNTA, todos están dirigidos a la mejora de la

³⁵ Quizás se pueda pensar que con la actual denominación del *Plan Nacional de I+D+i* se pretende llevar a esta herramienta más al terreno de una política de innovación que de ciencia y/o tecnología pero no podemos perder de vista que una política de innovación es algo más amplio, definido precisamente por la amplitud del proceso de innovación, y que, por lo tanto, implicaría actuar también en el mercado, ámbito en el que, en ningún caso, el actual Plan Nacional de I+D+i plantea ninguna clase de objetivo estratégico, a diferencia de, por ejemplo, el Libro Verde de la Innovación de la UE, que sí se puede considerar a todas luces un instrumento de política de innovación.

comunicación entre diferentes tipos de agentes que forman parte del SIAE³⁶. El propio Programa pone en entredicho la consecución de todos los objetivos tanto si no se alcanza un cierto nivel de productividad entre los investigadores como “*si no se fomentan los mecanismos de transferencia de la tecnología desarrollada a los usuarios*” (CICYT, 1988). En consecuencia, y aunque se produzca de una forma inintencionada o no explícita, al ser conscientes los miembros del grupo de trabajo encargado de la elaboración y redacción del PNTA de la necesidad de priorizar la transferencia de la tecnología al objeto de posibilitar el éxito del Programa, parece claro que se le da importancia a la consecución de un objetivo de tipo estructural, que busque la conexión entre los agentes (elementos del sistema) que conforman el sistema alimentario. Este hecho, que ciertamente hay que rebuscar en el Programa, supone en la práctica la aceptación de una forma de hacer política, cuando menos, diferente a la tradicional de ofrecer una subvención o imponer una tasa al objeto de resolver un problema de distribución de recursos. El reconocer la necesidad de poner en comunicación agentes económicos, aparentemente tan dispares como un empresario del sector de la Alimentación y Bebidas con un investigador del Instituto de la Grasa, por poner un ejemplo, indica un reconocimiento de la necesidad de apoyar los flujos de conocimiento y de explotar ese conocimiento como una forma alternativa de resolver el referido problema de distribución de recursos relacionados con la ciencia. Dasgupta y David (1994) ponen de manifiesto como *la nueva economía de la ciencia* se cimienta sobre instituciones y sobre relaciones entre agentes e instituciones³⁷.

En el capítulo siguiente se mostrará el marco teórico que sustenta la idea de evaluar las relaciones entre agentes. Ahora tan sólo se pretende poner de manifiesto que la evaluación de los efectos inducidos (o no) por un programa o política tecnológica no se limitan a los impactos económicos, directos o indirectos (Callon, et al. 1997), las transformaciones de tipo estructural, dentro de las cuales se quiere englobar la generación y consolidación de relaciones entre agentes económicos, son un efecto

³⁶ En este punto no se entrará a definir rigurosamente la teoría económica subyacente a un Sistema de Innovación Sectorial. Tan sólo se pretende indicar que, de acuerdo con la Teoría General de Sistemas (véase a este respecto Bertalanffy et al., 1972 para una revisión del origen, historia y aportaciones de dicha teoría) un sistema se define por los elementos que lo componen y las relaciones que se establecen entre dichos elementos o, en sus propias palabras, como “...conjunto de elementos que se relacionan entre ellos y con el medio ambiente...”.

³⁷ En este punto, el uso de los términos *institución* y *agente* se puede considerar como indistinto. Existen diferentes ideas sobre lo que se debe entender por instituciones, algunas de las cuales emanan de la tradición germana que data de 1830, con Max Weber como uno de sus máximos representantes y que deriva hacia la *Vieja Escuela Institucional Americana* con autores como Thorstein Veblen, John Commons o Wesley Mitchell. Ambas ofrecen una interpretación de la idea de institución desde un solo ámbito, considerándola más como restricciones que sirven para delimitar un marco de intercambio, siendo la máxima expresión de ese marco el mercado. Por contra, interpretaciones más abiertas que constituyen la corriente de la *Nueva Economía Institucional*, plantean el término institución como aquello que “moldea y define las interacciones humanas” (Nelson y Nelson, 2002). No hay que perder de vista que la interpretación que buscan a este término es siempre bajo las lentes de la Teoría Económica Neoclásica.

deseado de esas políticas y, por lo tanto, su estudio, medición y evaluación son fundamentales para la reorientación de la política tecnológica. Antes de pasar a definir el concepto fundamental que se empleará en el estudio de las relaciones, puede resultar conveniente introducir la idea de *efecto estructural* en un contexto de política tecnológica. De acuerdo con Callon et al. (1997), se puede hablar de dos tipos de efectos de corte estructural como consecuencia de la implantación de una determinada política tecnológica: el fomento de relaciones de larga duración entre los científicos del sector público y la industria, y la previsión y elección de futuras tecnologías líderes, que dependerá en gran medida de la capacidad de coordinación entre agentes en el presente. En definitiva, lo que estos autores proponen es la necesidad de fomentar las relaciones como instrumento de política tecnológica (medidas estructurales) al fin de potenciar los efectos económicos deseables y buscados y provocar el cambio tecnológico. Desde luego, este tipo de efectos puede ir mucho más allá del hecho de fomentar relaciones o de generar lo que en términos neoclásicos se denominan externalidades³⁸. Así, por ejemplo, Lipsey y Carlaw (1998) mencionan la posibilidad de establecer regulaciones o cambios inducidos en las estructuras que, con carácter general denominan “complementariedades tecnológicas” (Lipsey y Carlaw, 2002) y que ayudan a precisar más el contenido de ese cambio tecnológico y de los efectos estructurales que se busca con las políticas tecnológicas.

2.5.1. ¿Qué se entiende por articulación del Sistema de Innovación?

El análisis de los efectos estructurales que se proponen en este estudio está basado en el uso del concepto de *articulación* de un sistema de innovación. Rip y Nederhof (1986) proponen la necesidad de que el organismo gestor de un programa encargado de fomentar la innovación en el sector de la biotecnología, tuviera competencias en la tarea de “articular” e implementar las prioridades establecidas en dicho programa. Posteriormente, emplean ese grado de articulación como medida del grado de consecución de dichas prioridades. En este sentido, la “articulación” del programa se referiría más a la focalización de objetivos y prioridades con el objeto de favorecer la consecución de una “trayectoria innovadora” que a la generación de un entramado de agentes e instituciones entre los que se producen relaciones de forma más fluida. Por otro lado, Landabaso, et al. (2000), aumentando el ámbito de observación hasta el del Sistema Regional de Innovación indica que “la articulación se refiere a la

³⁸ En el siguiente capítulo se muestra el papel de este concepto en relación con la necesidad de fomentar las políticas

relación (...) y ajuste (...) en la búsqueda de sinergias y complementariedades entre los diferentes agentes, políticas y subsistemas que integran el sistema regional de innovación". De acuerdo con este autor, el término *articulación* "hace referencia a la vinculación y establecimiento de correspondencias con la finalidad de buscar sinergias y complementación entre los distintos agentes, políticas y subsistemas que integran el sistema regional de innovación". Para este autor, la idea de articular los agentes, junto con las políticas puestas al servicio de los mismos, es lo que ayuda a determinar en qué medida un Sistema (Regional) de Innovación alcanza un estado de madurez. La idea de *región que aprende* es la forma en que se reconoce este proceso de maduración que implica la articulación de un sistema.

Desde este punto de vista, se puede relacionar la idea de articulación con la de desarrollo y crecimiento. Así, Arocena y Sutz (2000) indican, refiriéndose a los países en vías de desarrollo, que "las fortalezas de estas economías³⁹, en relación con la innovación a niveles micro, permanecen aisladas y *encapsuladas* provocando grandes dificultades para el consiguiente proceso de *articulación* y agregación que se puede sintetizar en un Sistema Nacional de Innovación, impidiendo así el impacto que se supone que debe tener dicho Sistema en términos de la competitividad de una economía".

También se ha encontrado que se habla de articulación en relación con la necesidad de diferenciar la política tecnológica entre los diferentes ámbitos de aplicación. Así, para Bellet y Kirat (1996) las peculiaridades regionales hacen que se deban establecer diferencias en la formulación de las políticas tecnológicas globales cuando se aplican en diferentes regiones con objeto de evitar posibles contradicciones y concluyen que sería necesario "definir criterios de coherencia global de las políticas tecnológicas a fin de contribuir a la *articulación* de los diferentes niveles espaciales".

Todas estas ideas sobre la articulación tienen un mismo hilo conductor: es posible contribuir en mayor medida al desarrollo y crecimiento económico de un territorio si se facilita la relación entre agentes diferentes y se ponen de manifiesto las peculiaridades de esos territorios sobre los que se quiere actuar. En consecuencia, las medidas que se implementen para lograr esa meta deben facilitar la articulación de los elementos propios del territorio así como la de éstos con los niveles superiores y, por otro lado, la

científica y/o tecnológica.

³⁹ En referencia a las economías de los países en vías de desarrollo de América Latina.

articulación de esas medidas con las de un ámbito superior con objeto de preservar las peculiaridades del territorio y evitar las incoherencias en la aplicación de dichas medidas.

Por último, también es necesario mencionar que el Plan Nacional de I+D hace referencia al término al hablar de coordinación y de las actuaciones en el ámbito de la coordinación de las acciones del Plan. En concreto indica que “se entiende por coordinación la *articulación* de las diversas iniciativas desarrolladas por los diferentes agentes, privados y públicos, del Sistema de Ciencia y Tecnología” (CICYT, 1991: 178). Es decir, se deja traslucir el interés del Plan en generar relaciones entre agentes del sistema de innovación de forma que las acciones instrumentalizadas a través del Plan estén coordinadas al efecto de lograr esa articulación.

Partiendo de estas premisas, en este trabajo se emplea el concepto de articulación de un Sistema de Innovación como la capacidad de un sistema para establecer flujos de conocimiento entre sus agentes de forma fluida y continua de manera que se promueva el conocimiento del conjunto. Para ello, se consideran elementos esenciales las herramientas de interrelación y las estructuras de interfaz, sobre todo en aquellos sistemas débilmente articulados, como es el caso del español. Es decir, desde el planteamiento aquí presentado, la combinación del papel efectuado por las estructuras de interfaz en el sistema junto con el uso de herramientas de interrelación promovidas por el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos, fomenta, cataliza, facilita y, en definitiva, favorece la articulación de los diferentes agentes que constituyen el Sistema de Innovación Alimentario Español con la pretensión de generar e introducir innovaciones en dicho sistema. Así, recurriendo a un símil anatómico, se puede decir que dicha combinación de herramientas y estructuras de interfaz actúa del mismo modo en que lo hacen las articulaciones del cuerpo humano, cuya presencia favorece el desplazamiento del mismo al facilitar el movimiento de los distintos miembros (Fernández de Lucio et al., 2003). En este contexto, se puede considerar que la finalidad de las estructuras de interfaz es la de dinamizar a los elementos del sistema de Innovación (Castro et al., 2001) en relación con los temas de innovación así como facilitar y catalizar sus relaciones a través de diferentes tipos de actividades. Por otro lado, las herramientas de interrelación deben servir para favorecer las relaciones de los elementos del sistema básicamente a través del estímulo financiero. Este esquema es consistente con las características de los sistemas de innovación de regiones periféricas, como el que aquí se muestra.

2.5.2. *Los elementos del análisis: las estructuras de interfaz y las herramientas de interrelación. ¿Por qué se necesita analizarlas conjuntamente?*

Posteriormente, en el apartado 5.2 de este trabajo, se describirá en extenso el contenido y papel desempeñado por las estructuras de interfaz y las herramientas de interrelación en el análisis de la articulación. Sin entrar en profundidades, ahora tan sólo se quieren dar unas pinceladas sobre las implicaciones en el uso de la información procedente de estas dos fuentes con el fin de entender mejor el alcance del término articulación.

El análisis y evaluación de la articulación fomentada desde una política pública, como se ha indicado previamente, se plantea alrededor del concepto definido anteriormente de *articulación del sistema de innovación*. Como se ha puesto de manifiesto, si algo caracteriza a las metodologías de la evaluación socioeconómica es, precisamente la ausencia de una metodología plenamente asentada, en el sentido de que no existen ni tratamientos de la información estándares con objeto de generar resultados similares cada vez que se aplique, ni tampoco una fuente común de datos a los que acudir cuando se trata de evaluar una política pública, sino que resulta preciso acudir a diferentes fuentes de información con el fin de obtener el mayor conjunto posible de datos que sirvan para arrojar luz sobre el objeto concreto que se está evaluando, en el caso aquí planteado, las relaciones fomentadas por un programa público. Ese motivo ha impulsado a diseñar una metodología basada en información procedente tanto de las acciones destinadas tan sólo a investigadores de centros públicos de investigación (CPI) y centros tecnológicos (CT) como de aquellas destinadas a financiar actividades en colaboración entre CPI, CT y empresas, y que ya se han denominado herramientas de interrelación. El motivo es que, con las primeras se puede tener una idea de por dónde se mueven los intereses de los investigadores en tecnología de alimentos y los resultados que producen con ellas, mientras que con las segundas, se puede conocer cómo se colabora y se interrelacionan esos agentes, así como los temas que los llevan a colaborar. Por otro lado, también resulta esencial analizar conjuntamente esta información con la procedente de las estructuras de interfaz ya que dichas estructuras (y fundamentalmente aquellas establecidas en el seno de los CPI) juegan un papel fundamental a la hora de ayudar a los agentes a establecer relaciones con las empresas. Asimismo, esta metodología descansa en el papel que desempeña la gestión llevada a cabo tanto desde las entidades creadas a tal efecto dentro del organismo impulsor del programa, como desde otro tipo de organismos, próximos a los agentes que han tomado

parte en las actividades del programa y que, con su intervención en tareas de gestión, han contribuido, de alguna manera, a fomentar la relación entre agentes.

El primer tipo de información es el que se denomina herramientas de interrelación. Posteriormente se detallará en qué consisten y por qué son consideradas así. Baste decir en este punto que son la base sobre la que se asienta el sistema de ayudas financieras destinadas por el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos a los participantes en el mismo y que nos indican, en cierto modo cuándo y cómo confluyen los intereses de investigadores de CPI y/o CT con los de las empresas. En segundo lugar también se tiene en cuenta el papel de las estructuras de interfaz ya que ciertamente son las que han impulsado desde las universidades y otros CPI la relación de los investigadores con las empresas, es decir, nos pueden aproximar en cierto modo al por qué de que se haya producido la relación.

PARTE II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO DE LA EVALUACIÓN

3. LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D: MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO

El estudio y evaluación de las políticas públicas tiene diferentes motivaciones, pero es poca la literatura que se ha centrado en el análisis de las mismas con objeto de ofrecer una imagen de la articulación que han contribuido a generar en un Sistema de Innovación. En este apartado se tratará de ofrecer un marco teórico a los principales elementos de estudio de este trabajo: el origen sobre los motivos para evaluar la actuación pública, el por qué de la existencia de políticas públicas de apoyo a la I+D e innovación desde dos puntos de vista contrapuestos, por qué resulta necesario evaluar dichas acciones, qué empuja o retrae a los agentes económicos a establecer relaciones para llevar a cabo actividades de I+D e innovación conjuntamente y, finalmente, si ofrece el concepto de Sistema de Innovación un marco teórico adecuado para evaluar los objetivos estructurales de una política científica y/o tecnológica, es decir, por qué se ha considerado que este marco conceptual ofrece mejores posibilidades en el análisis y evaluación del papel desarrollado por una política pública en relación con el fomento de las relaciones. Existen otros planteamientos teóricos que, por tradición, consolidación teórica, herramientas metodológicas e incluso profundidad de análisis que permiten alcanzar, podrían ser considerados mucho más aptos para albergar la evaluación estructural de una política pública de I+D. Este apartado está dedicado a mostrar esos diferentes planteamientos, sus características básicas y el tipo de resultados que se puede esperar al aplicarlos en el caso concreto que nos ocupa.

Asimismo y, desde un punto de vista empírico, se recogerán los hechos concretos que se muestran en la realidad y la interpretación que se puede hacer de ésta de acuerdo

con cada enfoque teórico. Con ello se pretende poner en evidencia las carencias de las teorías en relación con su capacidad de interpretación. Quizás la realidad es demasiado tozuda como para que las teorías sirvan para interpretarla adecuadamente. La tradición neoclásica, imperante en economía durante prácticamente todo el siglo XX, ha impuesto una forma de pensar, diseñar y actuar entre los políticos y gestores que, tras la emergencia de la I+D como un objeto de estudio y análisis de primera magnitud, ha implicado un cambio de mentalidad por parte de esos políticos y gestores que está suponiendo un gran esfuerzo. Esta necesidad de cambio en los planteamientos más básicos es lo que ha impulsado la aparición de otras fuentes de interpretación y estudio, algunas de las cuales aún no se pueden considerar ni siquiera teorías, pero que, al tener en cuenta una serie de condicionantes altamente variables, se aproximan un poco más a una interpretación ajustada de los hechos. Tal es el caso de las corrientes de pensamiento evolucionista, que tratan de internalizar en su análisis el factor humano como elemento que condiciona la realidad. La aproximación de esta teoría al campo de la evaluación se plasma en la realización de evaluaciones de corte socioeconómico, en las que el factor social y las teorías del ámbito de la sociología también tienen cabida.

En consecuencia, resulta necesario mostrar cómo son y qué uso se puede esperar de los planteamientos teóricos, tanto los asentados y perfectamente asumidos por teóricos, políticos y gestores, como esos otros, de nuevo cuño, pero que emergen con fuerza y razones de peso en la explicación del ciclo de una política pública de apoyo a la I+D, y desde el punto de vista del fomento de las relaciones entre los agentes económicos a los que está dirigida. Con ello se pretende aclarar el por qué del enfoque teórico escogido en este estudio y, consecuentemente, el tipo de metodología que se va a seguir, así como el tipo de resultados que se puede esperar tras su aplicación.

3.1. Por qué evaluar las políticas públicas. La distribución Pareto-eficiente de los recursos

A lo largo de la historia se pueden observar diferentes planteamientos económicos relativos al grado de intervención de las administraciones sobre los mercados, el comercio y las relaciones internacionales. Las situaciones más extremas de esos planteamientos aparecen en los estados completamente intervencionistas que controlan todas las actividades de la sociedad, tales como los que se encuentran en situaciones

autárquicas y también en situaciones de profundas crisis y, en el extremo opuesto, los estados cuya administración y gobierno no interviene en ninguna de las actividades económicas, dejando que sean las leyes del mercado las que marquen el rumbo de la economía y de las transacciones. Este segundo tipo de situaciones se ha venido en llamar *laissez-faire*⁴⁰ en alusión a la actitud que ha de tomar la administración y el gobierno en esas economías. Entre ambas situaciones extremas, se puede apreciar toda una gama de posibles niveles de intervención por parte de los poderes públicos que, en cualquier caso, implican la adopción de decisiones por parte de éstos. Esta toma de decisiones se formaliza bajo políticas, con un contenido más o menos social, que buscan un beneficio neto en la sociedad sobre la que pretenden influir. Dicho beneficio social neto hace referencia a la diferencia entre todo lo que la sociedad y/o sus líderes consideran deseable y aquello que se considera indeseable.

En consecuencia, la política estará encaminada a llevar a cabo acciones que hagan que los ciudadanos obtengan un beneficio neto o que, al menos ninguno de ellos se encuentre finalmente en una situación peor a la inicial, de acuerdo con el principio que Vifredo Pareto enunció en 1906⁴¹. Este tipo de situaciones de toma de decisiones es la que da cabida a los procesos de evaluación de las políticas adoptadas o de las decisiones sobre asignación y distribución de recursos que, en el fondo, no deja de ser una forma de hacer política. El camino lo abrió el propio Pareto, que observaba cómo sus predicciones económicas y las recomendaciones asociadas de política que llevaba a cabo, que para él eran de una lógica irrefutable, fallaban ante la observación y contrastación con la realidad. La explicación que encontró, adentrándose en un terreno más sociológico, consistía en que la mayoría de los actos humanos se guían no por acciones lógicas sino por otras de carácter ilógico e irracionales, lo que lleva irremediablemente a concluir que la ciencia económica, por sí sola, siempre fallará ante la evidencia empírica. Ciertamente, este tipo de afirmaciones chocaba frontalmente con los principios y postulados de la economía clásica y, posteriormente neoclásica, que nadie se

⁴⁰ Este término francés se puede traducir como “dejar hacer” en alusión a las ideas de la Escuela Francesa de Economía, del siglo XIX, que siguieron la tradición, tanto en el campo de la economía como en el de la política, marcada por Jean-Baptiste Say, para quien las leyes del mercado resultaban infalibles y, por tanto, toda intervención por parte del estado resultaba, cuando menos, innecesaria.

⁴¹ Vifredo Pareto (1848-1923), economista e ingeniero italiano preocupado por el estudio de la “optimalidad” en la asignación y distribución de recursos, preocupación que le llevó a introducir ciertas apreciaciones de tipo sociológico que abrieron el camino de la moderna microeconomía. Quizás este economista sea más conocido por el enunciado de su *Ley de Pareto sobre distribución de los ingresos*, también conocida como la “ley 80/20” sobre rendimientos decrecientes, que indica que una pequeña cantidad de elementos (20%) de una serie conocida, contribuye con la mayor parte del efecto que se espera de ella (80%), lo que viene a significar que la distribución de la renta entre los ciudadanos no se produce de forma aleatoria, sino que se ajusta a una determinada proporción en la que el 20% de los individuos genera (o recibe) el 80% de esos ingresos. Dicha ley ha sido el origen de no pocos debates sobre los principios de la Economía del Bienestar.

había atrevido a cuestionar hasta entonces y que aún hoy día resulta difícil poner en entredicho. Pero el reconocimiento de esa debilidad de la ciencia económica por predecir el resultado de una posible actuación o decisión debe ser más que suficiente para considerar la evaluación como un mecanismo necesario de la política, el cual debe estar íntimamente relacionado con ésta.

A partir de la consideración paretiana de una asignación óptima de recursos también se establece un concepto de eficiencia que trasciende más allá de la pura definición del término y sirve para establecer los dos teoremas fundamentales de la Economía del Bienestar⁴² y, a partir de ellos, la función de bienestar social, pieza clave de la evaluación de una política desde un planteamiento neoclásico. Pero este planteamiento puede desembocar en la no intervención ya que, de acuerdo con el principio de optimalidad de Pareto y, siguiendo la deducción de Rothbard (1956), las políticas no resultan óptimas ya que implican un efecto redistributivo, lo que las hace Pareto-ineficientes. De acuerdo con este planteamiento, Rothbard indica que sólo los resultados de los procesos de mercado son Pareto-eficientes y, por lo tanto la única política deseable es aquella que sirva para proteger la libertad del mercado. Pero este resultado es considerado como *demasiado radical*, incluso para los propios neoclásicos, por lo que es posible encontrar una gran cantidad de literatura dedicada a tratar de generar una función de bienestar social sobre la base de la función de utilidad de los agentes económicos.

Dicha función se emplea, posteriormente, para llevar a cabo la evaluación de una determinada política. Este método de evaluación es el que actualmente se denomina *análisis de coste-beneficio social*, que se basa en la determinación de los beneficios y los costes en los que incurrirá o ha incurrido una sociedad con la implantación de unas determinadas medidas.

El método aludido, tal y como afirma de Rus (2001), no defiende la sustitución de la decisión política por el juicio de los técnicos, sino que pretende subrayar la conveniencia de evaluar ex-ante y ex-post las consecuencias de las acciones gubernamentales con el fin de reducir el riesgo de emprender acciones contrarias al interés general. Es decir, la evaluación, de acuerdo con este método, se lleva a cabo para

⁴² No es este el lugar más apropiado para ofrecer una demostración de dichos principios. Tan sólo baste enunciarlos en este punto e indicar que su demostración se puede encontrar en Samuelson (1947). Así, el primer teorema de la Economía del Bienestar se puede enunciar en estos términos: "cualquier equilibrio competitivo resulta Pareto-óptimo". El segundo teorema indica que "cualquier distribución Pareto-óptima se puede alcanzar como equilibrio competitivo tras una redistribución adecuada de los recursos iniciales".

el conjunto de la sociedad. En consecuencia, como requisito previo para proceder a la evaluación de políticas públicas, es preciso conocer los objetivos que persigue la sociedad. Generalmente se identifica el bienestar social con crecimiento económico, lo que descansa en el supuesto de que los agentes económicos aceptan, abiertamente o de manera implícita, que maximizar la renta per cápita a partir de los recursos escasos disponibles en la sociedad, es el objetivo central. Pero hay otros objetivos que la sociedad persigue simultáneamente: la preservación del medio ambiente, el tratamiento de la pobreza, la seguridad ciudadana, etc. Lo delicado que resulta medir objetivos, a veces contradictorios, y siempre problemáticos a la hora de su cuantificación, determina la gran dificultad de llevar a cabo una buena evaluación de una política pública de acuerdo con este planteamiento teórico.

Aún así, este planteamiento ha tenido una gran aceptación en ciertos ámbitos de la economía, básicamente relacionados con la evaluación y tratamiento de medidas fiscales, análisis financiero o, ya en el ámbito del proyecto, para decidir entre diferentes alternativas, tales como la inversión en infraestructuras. Pero también se ha aplicado para el caso de la evaluación de una política de turismo o de la privatización de un servicio o de una empresa pública (de Ros, 2001). Fundamentalmente, éstos son el tipo de aplicaciones que se hace del análisis coste-beneficio como planteamiento teórico.

En relación con las políticas de ciencia y tecnología, este planteamiento se ha empleado para el análisis y evaluación de programas por parte de organismos supranacionales como la OCDE o la Unión Europea. Su problemática en la aplicación, como nos indica Steinmueller (Brown, 1995), reside en la subjetividad del valor actual neto como indicador del bienestar social, así como en la determinación de los límites de influencia de un proyecto a la hora de calcular los costes y los beneficios (tanto directos como indirectos) que se esperan de ese proyecto. Y concluye que la aplicación de este método sobre el mundo científico, basado en un sistema de "ciencia abierta"⁴³, en el que la recompensa al trabajo de investigación consiste en ser el primero en hacer público un descubrimiento, puede socavar este sistema al basar la selección, no ya en los avances científicos y tecnológicos que pueden resultar de un avance del conocimiento científico

⁴³ Este término es la traducción de la expresión *open science* que Robert Merton empleó para describir el sistema de recompensas que existía en los institutos de investigación norteamericanos. Modelo que, posteriormente se ha traducido en el denominado "efecto San Mateo de la ciencia", a través del cual se produce una ventaja acumulada para aquellos investigadores que antes publican algo novedoso en relación con una determinada investigación. Desde un punto de vista económico, un mecanismo de ciencia abierta es un incentivo tanto para crear bienes públicos (por medio de la apertura del conocimiento científico) como para dedicar más recursos en el futuro (basado en que aquellos que fueron capaces de generar nuevo conocimiento, lo serán igualmente en el futuro), tal y como indican Dasgupta y David (1994) y David (1991).

per se, sino en los beneficios económicos de una determinada investigación. Pero ya se ha probado en repetidas ocasiones que las investigaciones científicas, si se pueden calificar de alguna manera, es de inciertas. En consecuencia, es imposible saber los efectos que la aplicación del análisis coste beneficio puede tener sobre el bienestar social. Esta idea es compartida por Brown (1995) cuando afirma que el análisis coste-beneficio, en la práctica, plantea serios problemas a la hora de aplicarse sobre los proyectos de ciencia y tecnología, ya que su planteamiento teórico, basado en la teoría económica neoclásica, difícilmente se puede acomodar a las formas más recientes de entender el fenómeno de la innovación y el crecimiento económico. Ni tampoco se pueden acomodar los programas de ciencia y tecnología de un gobierno cuando éstos carecen de objetivos económicos específicos o, de forma más general, presentan objetivos que no pueden ser expresados de forma “creíble” en términos cuantitativos⁴⁴. Además, otros temas, tales como la causalidad, adicionalidad, etc., plantean problemas muy serios.

En definitiva, la práctica del principio paretiano de evaluar una política en función de su contribución al bienestar social, resulta muy compleja y siempre discutible ya que la teoría en la que se sustenta le confiere tales rigideces que lo hacen inviable cuando se somete a la práctica y se contrasta con la realidad.

3.2. La política de I+D: ¿es la I+D un bien público?

Este apartado se centra en mostrar el por qué de la existencia, en primer lugar de las políticas públicas, en concreto las que apoyan la realización de actividades de investigación y desarrollo. Y, en segundo lugar, qué argumentos ofrece cada cuerpo teórico para ello. Con ese objetivo, se procederá a repasar los argumentos que las justifican desde una base neoclásica y, posteriormente, su contrapuesta estructuralista-evolucionista. Con ello, se pretende justificar la necesidad de evaluar, primeramente el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos y, en segundo lugar de evaluar un objetivo marcado por dicha política y que claramente responde al planteamiento

⁴⁴ Sin ánimo de ser exhaustivo en la dificultad de cuantificar variables que deben ser introducidas en un análisis de este tipo, baste indicar la necesidad de transformar los costes (y beneficios) de este tipo de acciones a un sistema de precios “sociales”, con la clara divergencia que existe en este terreno concreto con los precios de mercado, aparte de las tasas de descuento de tipo social que habría que idear y manejar.

estructuralista a la vista de la justificación ofrecida por esta teoría para la intervención pública en este campo.

El uso de una función de bienestar social basada en la utilidad de los agentes es un método que se ha empleado fundamentalmente en la evaluación de políticas monetarias y fiscales. Pero dentro del ámbito de las políticas de apoyo a las actividades de I+D e innovación se ha reservado para la evaluación de programas, más o menos amplios en sus planteamientos, de ciencia y tecnología, como se indicó anteriormente. Quizás una de las razones de su escasa implantación dentro del ámbito más general de una política científica o tecnológica, haya que buscarla en lo novedoso que puede parecer la consideración pública de estas actividades en comparación con otras que siempre hemos encontrado relacionadas con la ciencia económica. Pero, en realidad, el estudio económico de la influencia del cambio tecnológico sobre la economía y, en concreto, sobre la capacidad de desarrollo de un territorio, es una preocupación que bien se puede decir que aparece con los primeros escritos de la ciencia económica como tal. De hecho, la fábrica de clavos de Adam Smith ya refleja, aún de forma inconsciente⁴⁵, la especialización de los trabajadores en función de sus capacidades técnicas. Desde otro ámbito, Karl Marx también da muestras de su interés y preocupación por el impacto de las tecnologías sobre la economía. Es decir, el interés por el impacto del cambio tecnológico ha sido tratado por los autores más clásicos de la economía. Por el contrario, la falta de preocupación por elaborar una política que influya sobre las actividades de I+D e innovación sí se puede deber a la preponderancia de los planteamientos neoclásicos en la economía a lo largo de la historia y hasta épocas muy recientes. La consideración económica de los fenómenos de cambio tecnológico como algo exógeno a los procesos productivos⁴⁶, ha llevado a que el foco de atención de los políticos y las políticas se centre en aquellos aspectos que considera la teoría neoclásica directamente influenciables a través de medidas, básicamente aquellos relacionados con el empleo, la fiscalidad, la masa monetaria o el comercio. Este tipo de aspectos de la economía y del desarrollo económico han sido, tradicionalmente, el foco de atención del diseño de las políticas, con todo lo que lleva aparejado en términos de instrumentos, indicadores y métodos de evaluación.

⁴⁵ De hecho, Friedrich List (1841) critica a Adam Smith que en su distinción entre capital humano y físico no introduzca igualmente la figura de capital intelectual como parte de los factores de producción en la empresa cuando, de forma implícita, lleva a cabo la diferenciación al hablar de diferentes capacidades y habilidades entre el capital humano presente en la fábrica.

Pero se ha ido produciendo un cambio sustancial, incluso radical, en el trato que reciben los temas relacionados con la I+D e innovación por parte de los políticos. Este cambio de parecer en relación con la importancia otorgada a estos temas y su vinculación con el desarrollo, se comienza a apreciar desde finales de la II Guerra Mundial, cuando empieza a entenderse que la investigación es un elemento estratégico para una economía desarrollada y, como tal, debe ser potenciada y protegida. Quizás “*estratégico*” sea la palabra clave en el cambio de mentalidad. La posguerra supone un endurecimiento tal de las condiciones económicas mundiales que todo aquello que se considera *estratégico* para el desarrollo de una economía será sometido a un gran control por parte de los correspondientes gobiernos, con el aumento en el grado de intervencionismo que ello implica. Así pues, el terreno quedará abonado para la aparición de políticas públicas encaminadas a fomentar, controlar y difundir aquellos avances tecnológicos que se consideren prioritarios para el desarrollo de un país. Quizás, éste se puede considerar un caso en que las necesidades de elaborar una política en relación con un tema concreto ha espoleado a los estudiosos de la economía para la reformulación de teorías y la aparición de nuevas corrientes de pensamiento. El tratamiento de la investigación y la innovación por parte de las teorías dominantes en los años de posguerra sufre, por tanto y desde ese momento, un cambio radical y permite, por una parte, observar la evolución y reorientación de la teoría neoclásica, anquilosada en el pasado y que verá como sus planteamientos más básicos se tambalean y, por otra, facilitar la aparición del enfoque evolucionista con una nueva interpretación del cambio tecnológico y, consecuentemente, de su papel en el desarrollo económico⁴⁷.

Es precisamente ese cambio en una teoría asentada como es la neoclásica y su visión alternativa, propuesta por los denominados economistas evolucionistas, lo que interesa poner de manifiesto en este apartado, para ver el tratamiento que recibe, desde esos dos enfoques, la I+D y las políticas de I+D en las economías desarrolladas. Antes de pasar a mostrar estos diferentes planteamientos sobre la forma de hacer política en relación con la I+D, parece conveniente mostrar, aunque sea de forma somera, las bases sobre las que se asientan esas dos formas de interpretar el fenómeno económico, a fin

⁴⁶ De hecho, el tratamiento que hace la teoría neoclásica de los cambios en las tecnologías y cómo afectan esos cambios a la función de producción, se traducen en un cambio en la función de producción, pero nunca en un desplazamiento a lo largo de la función existente hacia un punto de mayor eficiencia.

⁴⁷ Existen numerosas fuentes bibliográficas que tratan el tema aludido. Quizás uno de los enfoques más interesantes, tanto por el tratamiento que reciben la investigación y la innovación como por lo paradigmático del caso norteamericano en relación con estos temas, es el que ofrece Nathan Rosenberg, economista e historiador que en dos de sus más famosos libros recoge los cambios en los planteamientos teóricos y los muestra en relación con casos concretos de la economía estadounidense (Rosenberg, 1976 y 1982).

de entender posteriormente el por qué de las diferencias que se quieren poner en evidencia.

Las teorías neoclásicas sobre la intervención gubernamental a través de políticas, han sido desarrolladas básicamente siguiendo los planteamientos formalizados por Arrow y Debreu (1954)⁴⁸. Este tipo de modelos teóricos se puede caracterizar de acuerdo con 6 aspectos fundamentales⁴⁹ que, de manera resumida hacen referencia a:

- Comportamiento maximizador de los agentes económicos: con carácter general, este punto indica que dos agentes que cuenten con las mismas dotaciones de recursos y posean los mismos gustos, puestos en una situación de elección entre dos alternativas y poseyendo la misma información, deben realizar la misma elección.
- Equilibrio único: este punto siempre es maximizador del bienestar de los agentes y se caracteriza, en estado estático, por gustos y tecnologías constantes. En cambio, si la tecnología cambia, el punto de equilibrio seguirá una trayectoria óptima de crecimiento hasta un nuevo punto maximizador del bienestar.
- La tecnología no es explícita: la forma en que influye la tecnología en este tipo de modelos es a través de la forma que adopta la función de producción.
- El cambio tecnológico sólo se observa en los resultados: debido al punto anterior, el proceso y estructura del cambio tecnológico, sólo se observa a través de sus resultados. En el caso de la función de producción, con cambios en su forma. En el caso de los factores productivos, con cambios en su naturaleza y uso. En los resultados observados, en el uso de artefactos matemáticos, caso del residuo de Solow, generalmente referido como productividad total de los factores⁵⁰.

⁴⁸ El modelo desarrollado por estos autores, considerado objeto de adoración en muchos casos y por muchos autores, ha sido criticado con posterioridad en numerosos artículos ya que se ha demostrado cómo dicho modelo lleva a resultados no robustos simplemente relajando ciertos pequeños supuestos de partida.

⁴⁹ La cantidad de bibliografía que describe los planteamientos y bases sobre los que se asienta la teoría neoclásica es, ciertamente, abrumadora. Quizás uno de los mejores compendios que, a su vez, muestra la trayectoria evolutiva referida hacia la endogenización de la tecnología desde los postulados neoclásicos es el debido a Aghion y Howitt (1999).

⁵⁰ El "residuo de Solow" o productividad total de los factores, hace referencia al residuo econométrico detectado por Robert Solow, a través del cual se dejaba traslucir el papel del cambio tecnológico en el crecimiento. Así, la aplicación de un

- La competitividad es entendida como un fin en sí mismo: en este tipo de modelos, basados en alcanzar un equilibrio, la competitividad se entiende como un fin en sí mismo, ya que cualquier situación intermedia que se pudiera alcanzar debido a cambios en las condiciones de competitividad, llevará indefectiblemente hasta un nuevo punto de equilibrio de tipo óptimo. Por tanto, esa posible situación intermedia entre el punto original y el final se entenderá que es debido a fallos de mercado, los cuales deben ser solucionados a través de las políticas.
- No existe una estructura económica explícita: la teoría neoclásica no ofrece una modelización explícita de la estructura económica ni de las instituciones. Tan sólo, para algunos economistas este punto es relevante en relación con la localización de una industria o la gestión interna de la empresa. Pero desde los modelos del tipo de Arrow-Debreu no se presta ninguna atención a las instituciones que forman parte de las reglas del juego.

Por el contrario, los economistas de corte evolucionista y estructuralista⁵¹ caracterizan este enfoque a través de los siguientes aspectos⁵²:

- Abandono del supuesto de maximización: la evidencia hace abandonar el supuesto de maximización y presuponer que todo acto, bien bajo certidumbre o bajo riesgo, es incierto. En consecuencia, la maximización no es una posibilidad al alcance de los agentes ya que el comportamiento no puede regirse únicamente por la racionalidad. Esta corriente de pensamiento prefiere hablar de la búsqueda del beneficio por parte de los agentes, partiendo de una racionalidad limitada y condiciones de información incompleta e imperfecta.

determinado factor en una función de producción, que en el pasado había servido para generar producto, en el momento actual de su utilización puede llevar a una predicción errónea del producto que se puede obtener, debido a la influencia que el cambio tecnológico ejerce sobre la función de producción y el uso de dicho factor. La fuente bibliográfica que explica el origen de dicho residuo se encuentra en Solow, 1957.

⁵¹ Ya se mencionó con anterioridad que el unir estas dos teorías económicas tan sólo responde al afán de ofrecer una visión completa de la economía, en la que los planteamientos macroeconómicos (determinados por la corriente de pensamiento estructuralista) influyen y son influidos por los microeconómicos (que corren a cargo de la evolucionista) y viceversa.

⁵² Un excelente resumen y descripción de estos aspectos se encuentra en Lipsey y Carlaw (1998) o en Soete y Arundel (1993), aunque, los orígenes y la base de este planteamiento se deben a Nelson y Winter (1982).

- No existe un equilibrio único: como consecuencia del cambio en el comportamiento del agente económico, se produce la ausencia de un equilibrio único maximizador del bienestar. Por lo tanto, en función de cómo se formule el comportamiento resultante de los agentes, éstos se pueden encontrar con múltiples situaciones de equilibrio, no siempre único.
- La tecnología se hace explícita: las tecnologías de una nación o economía se encuentran presentes en un conjunto complejo de bienes de capital interrelacionados los unos con los otros.
- El cambio tecnológico es igualmente explícito: la evidencia de los estudios empíricos hace que se abandone el planteamiento que considera el cambio tecnológico como algo exógeno, por lo tanto se considera que éste es la respuesta a señales económicas y, como tal debe ser interpretado endógenamente. Cualquier cambio en las estructuras complejas referidas anteriormente, provocan cambios a lo largo de todo el sistema.
- La competitividad es entendida como un proceso: debido a la concepción darwinista de esta teoría en la que existe rivalidad entre los agentes, la competitividad se entiende como un comportamiento más que como el resultado de tal comportamiento.
- La estructura se hace explícita: el que las instituciones y la estructura aparezcan de forma explícita en este planteamiento hace posible su estudio y el de su papel en el proceso de cambio tecnológico.

Resulta evidente lo antagónicos que se muestran los planteamientos neoclásico y estructuralista-evolucionista en relación con el papel de la tecnología y del cambio tecnológico dentro de la economía. Como consecuencia, también resultan evidentes las diferencias en las formas de diseñar y aplicar las políticas que afectan a los procesos de cambio tecnológico desde uno y otro planteamiento.

Desde un punto de vista neoclásico el conocimiento, creado a través de I+D o cualquier otro proceso, tiene un carácter no rival en sus posibilidades de uso y, al menos en parte, apropiable en el control sobre su uso⁵³. Debido a la primera condición, el

⁵³ Resulta necesario mostrar la clasificación del uso y el control que se puede ejercer sobre los bienes para entender el significado del planteamiento neoclásico. Así, dependiendo del uso que pueden hacer de un bien los agentes, éste se

conocimiento genera externalidades⁵⁴ sobre aquel o aquellos agentes que no lo producen, es decir, dichos agentes se pueden beneficiar de su generación sin el menor esfuerzo. En cambio, los sistemas de apropiación del conocimiento limitan, en parte, la posibilidad de uso por parte de los agentes que no los crearon o no han pagado por su uso. En consecuencia, las peculiaridades que presentan los bienes que pueden emanar de la actividad investigadora, básicamente el conocimiento, lleva a que se produzcan fallos de mercado y a que éste no pueda regular eficientemente los intercambios que se producen o se pueden producir con dicho bien. En consecuencia, se abre la posibilidad de que el estado intervenga con objeto de corregir dicho fallo, para lo cual debe articular una política correctora. Surge así la justificación neoclásica para la elaboración de políticas científicas y/o tecnológicas.

Los planteamientos teóricos de dichas políticas suelen tomar como punto de partida el trabajo de Arrow (1962) en el que considera que el nuevo conocimiento es siempre fuente de externalidades positivas⁵⁵. En consecuencia y debido a que las actividades de I+D son fuente de la mayoría de ese nuevo conocimiento, los retornos sociales que generan dichas actividades exceden en gran medida los retornos privados, por lo tanto se debe corregir la situación de fallo de mercado. En función de este planteamiento teórico se crea todo un sistema de protección de la propiedad intelectual que, nuevamente en teoría, genera un sistema de asignaciones óptimo⁵⁶. Pero en realidad, los derechos de propiedad intelectual son muy incompletos, lo que lleva a predicciones que determinan que las actividades generadoras de nuevo conocimiento, tales como la I+D, se realizarán en una cantidad subóptima, por lo que es necesario, nuevamente, la intervención estatal en forma de política, para ofrecerlas de acuerdo con el nivel óptimo. El argumento resulta tan simple que parece irrefutable: un agente no tiene la posibilidad de apropiarse de todo el retorno económico que puede producirse con la generación de nuevo conocimiento. Debido a este planteamiento, es más eficiente, desde

clasificará como *rival* (si el uso del bien por un agente excluye la posibilidad de uso por otro agente) o *no rival* (si el uso de un bien por un agente no limita las posibilidades de uso simultáneo por otro). Dependiendo del control que los agentes ostentan sobre un bien, éste se considerará como *apropiable* (si un agente ostenta el control de uso y disfrute sobre el bien) y *no apropiable* (si el agente no puede ejercer un control efectivo sobre el bien). De acuerdo con estos dos criterios se puede elaborar una matriz de doble entrada para clasificar los distintos bienes.

⁵⁴ Una externalidad se define como el efecto de una actividad económica que no puede ser valorado y que es soportado por agentes que no han participado directamente en su generación. Esta definición conlleva la distinción entre externalidad positiva, cuando el efecto producido resulta beneficioso para el o los agentes que se ven afectados, y negativa si el efecto que implica es perjudicial. Este tipo de efectos define lo que se denomina fallo de mercado, origen, desde un punto de vista neoclásico, de cualquier intervención pública tendente a corregir dicho fallo.

⁵⁵ La literatura, al tratar las externalidades positivas, suele hablar de "spillovers" (que bien pudiera traducirse como efectos desbordamiento), pero ambos términos pueden entenderse como sinónimos.

⁵⁶ Una explicación profusa en detalles sobre el mecanismo y funcionamiento de este tipo de modelos de propiedad intelectual se encuentra en Griliches (1992).

un punto de vista particular, no generar dicho conocimiento. En consecuencia, se estará produciendo por debajo del nivel óptimo y el estado debe intervenir para corregir dicha situación permitiéndose así que se llegue al nivel óptimo de producción de nuevo conocimiento.

Para este planteamiento de política, los instrumentos neoclásicos que se diseñan son los tradicionales de cualquier política de corte neoclásico y, básicamente se recomiendan dos. El primero consiste en un sistema de propiedad intelectual (básicamente la literatura habla de un sistema de patentes) más completo y perfecto en el sentido de que abarque más y se pueda hacer cumplir mejor. El objetivo es proporcionar un mayor retorno a los inventores e innovadores de ese conocimiento que han generado. El segundo consiste en la subvención o el sistema impositivo, como forma de apoyo directo a las actividades de I+D. Hay que destacar que la teoría neoclásica no distingue entre los factores suministrados para generar un avance en el conocimiento y los resultados de ese nuevo conocimiento, por lo tanto, desde este planteamiento, el incremento del uno, implicará el incremento del otro. En consecuencia, las recomendaciones de política de tipo neoclásico nunca diferenciarán entre reducir costes de generación de nuevo conocimiento o incrementar los retornos de ese conocimiento y estos dos resultados resultan, a todas luces, completamente diferentes.

Este tipo de política se ha estado aplicando a lo largo de bastante tiempo y no se puede decir que sean erróneas, sino que tienen su marco apropiado de aplicabilidad: en una situación en que la única fuente de externalidad es la naturaleza “no rival” del conocimiento, la I+D producida estará por debajo del nivel óptimo y las políticas tendentes a fomentarla serán, potencialmente, correctoras. Si las externalidades que se generan son uniformes a lo largo de todas las posibles líneas de actividad investigadora, es decir, si toda la I+D genera la misma externalidad, una subvención generalizada a todas las fuentes de actividades de I+D puede reorientar el nivel de producción al nivel óptimo. Por el contrario, cualquier política localizada en un aspecto concreto de la actividad de I+D (como por ejemplo un programa de apoyo a las actividades de I+D en el área de tecnología de alimentos) tendrá un carácter no óptimo. El motivo es que dicha política distorsiona el sistema de precios que se genera en un mercado perfectamente competitivo.

Desde estos planteamientos, las políticas tecnológicas se analizan, con frecuencia, desde el punto de vista de la gestión que llevan a cabo los poderes públicos sobre las externalidades positivas que se generan con la investigación (Cohendet et al.,

1998), es decir, sobre las posibles formas de intervención de acuerdo con la consideración privada/pública del resultado de la innovación. De todos modos, la consideración del conocimiento como algo diferente a la información y la posibilidad de coordinación de los agentes por medios diferentes a los del poder del mercado, así como la relajación de ciertos supuestos de la teoría neoclásica, ha resultado en una ampliación de los temas relacionados con la difusión de las tecnologías aparte de los que tenían que ver con los de su creación y posterior adopción en un universo de carácter dudoso.

Por lo tanto, la distinción entre información y conocimiento (Cowan, et al., 2000 entre otros) conduce a una renovación en el diseño de las políticas tecnológicas al conceder una mayor importancia al hecho de que la tecnología se puede considerar como un “bien público impuro” que no satisface la propiedad habitual de no excluibilidad. Y, por otro lado, si se analiza la dimensión local de estas políticas, éstas estarán basadas en el carácter local de las externalidades que pudieran emanar del conocimiento. De todos modos, los enfoques teóricos que remarcan este diseño, también insisten en los efectos de carácter negativo de las interacciones locales. Las *externalidades MAR*⁵⁷ incorporan efectos negativos que bien pudieran haber sido provocadas por la proximidad entre los agentes: cuanto más sencillo resulta el acceso a la información debido a la proximidad entre los agentes, mayor es la reducción en el incentivo a llevar a cabo actividades de investigación. Del mismo modo, los enfoques de tipo evolucionista sobre el comportamiento de la empresa, al mismo tiempo ponen el énfasis en los efectos positivos (acumulación y apropiabilidad) y negativos (efectos de dependencia de la senda) de los procesos de aprendizaje en el ámbito local. Es posible que uno se pueda sorprender entonces, del impacto positivo, con frecuencia reconocido, de las políticas tecnológicas de carácter local, siempre que las fuerzas de concentración exceden a las de dispersión cuando se piensa en términos de “economía basada en el conocimiento”.

Para terminar con los planteamientos neoclásicos sobre los motivos para impulsar políticas públicas, puede resultar enriquecedor introducir la diferenciación planteada por Keith Smith (1997) sobre los motivos que inducen a su implantación. Como se ha indicado, los autores neoclásicos apelan a la idea de fallo de mercado y externalidad para

⁵⁷ Estas externalidades hacen referencia a los trabajos de Marshall (1890), Arrow (1962) y Romer (1986), sobre concentración relativa del empleo en un determinado sector y que, posteriormente se han ampliado para referirse a los efectos desbordamiento sobre el conocimiento producidos entre las empresas de un sector: las empresas de un sector que se encuentran localizadas en un área en la que pueden gozar de una cierta capacidad monopolística tienen mayores posibilidades de innovar que otras que se encuentran en zonas en las que la competencia es mayor, ya que las que gozan de una situación monopolística es menos probable que sufran los efectos de la copia por los competidores, por lo tanto, su propensión a iniciar procesos de innovación será mayor.

su implantación. Para este autor, impulsor también de la idea de Sistema de Innovación, es preferible hablar de *fallo de sistema*, o falta de coherencia entre las instituciones que componen un sistema de innovación. Por tanto, es preciso corregir estos fallos de sistema mediante la introducción de la política. Ello implica el consiguiente cambio de planteamientos y justificaciones de la política por motivos de imperfecciones financieras del mercado y de problemas derivados de la imposibilidad de lograr la apropiabilidad o de reprimir el efecto desbordamiento. En un marco evolucionista los fallos de sistema suponen la adopción de políticas adaptativas y una actividad gestora basada en el aprendizaje.

Desde el punto de vista meramente teórico de la economía, estos dos planteamientos (fallo de mercado o fallo de sistema) no son mutuamente excluyentes. Resulta evidente que actualmente los planteamientos que guían la adopción y puesta en marcha de políticas científicas y tecnológicas siguen considerando el recurso al fallo de mercado como el motivo fundamental para emprenderlas. Pero, cada vez más, surgen factores que dan forma al progreso tecnológico y que demandan estrategias que puedan afrontar los fallos de sistema y lograr la coherencia entre las instituciones implicadas, tales como el incremento de la cooperación entre agentes y/o instituciones o cambios en el diseño de las instituciones o incentivos (Andersson, 1998).

A pesar de todo, las políticas de corte neoclásico no resultan tan criticables como deliberadamente se ha mostrado aquí. La teoría neoclásica proporciona un gran punto de apoyo en situaciones en las que la teoría general del equilibrio es relevante. Ciertamente, en una gran mayoría de situaciones en las que se requiere el consejo de un economista en materia de política, el acudir al "instrumental" propio de la teoría neoclásica es lo más adecuado. Tan sólo se quiere poner de manifiesto que en situaciones en las que el cambio tecnológico de tipo endógeno juega un papel clave (y así es reconocido por renombrados economistas de corte neoclásico), las teorías estructuralistas están mejor diseñadas para tratar con situaciones de no existencia de equilibrio, de tipo evolutivo y dinámico.

La teoría estructuralista-evolucionista, en su argumentación, acepta y parte de ciertas premisas marcadas por la teoría neoclásica, como es que el conocimiento tiene una naturaleza no rival en su uso, por lo que se generan externalidades beneficiosas o

positivas. Partiendo de esta premisa, los estructuralistas⁵⁸ creen que no se puede alcanzar un nivel óptimo de generación de I+D y que, en consecuencia la decisión de fomentar la I+D más allá de lo que el mercado determinaría como nivel óptimo, depende de otro tipo de juicios no matemáticos y, por lo tanto, que salen del ámbito de una teoría neoclásica. Este planteamiento parte de aceptar el hecho de que es socialmente deseable acelerar la tasa de cambio tecnológico.

El argumento que justifica las políticas de I+D desde un planteamiento estructuralista es el siguiente: aceptando, como se ha indicado, la naturaleza no rival del conocimiento, resulta evidente que aquel agente que lo genera tan sólo será capaz de apropiarse de una pequeña fracción del beneficio social que puede producir, por lo tanto, es necesario fomentar las actividades de I+D más allá del nivel que el mercado podría proporcionar. El argumento va más allá cuando analiza que las externalidades generadas con la aparición de nuevo conocimiento no se distribuyen de forma homogénea entre todos los agentes económicos ni son idénticas entre las diferentes líneas de investigación.

Por otro lado, como se indicó anteriormente, no existe una distribución óptima de recursos cuando tratamos con cambio tecnológico endógeno⁵⁹, en consecuencia, en un mundo en el que la incertidumbre es la norma, los estructuralistas consideran que no puede haber un conjunto de políticas públicas óptimas en relación con el cambio tecnológico en general y con la I+D en particular. Incluso si ese óptimo existiera, nunca sabríamos si los agentes están produciendo mucho o poco conocimiento, ya que deben tomar decisiones en una situación de incertidumbre. En definitiva, no existe teoría de la elección adecuada que ayude a predecir cómo reaccionarán los agentes ante situaciones de incertidumbre, tan sólo se puede saber que el mercado recompensará al agente que tenga éxito con su nuevo conocimiento o innovación y, que aquel que no lo tenga, sufrirá una pérdida. Por lo tanto, para los estructuralistas, si no existe un nivel óptimo o una tasa óptima a la que debe generarse conocimiento nuevo, la política, en relación con estos aspectos, debe basarse en una mezcla de teoría y juicios de valor de carácter subjetivo. Pero esa necesidad de aplicar juicios de valor no emana de la información imperfecta que tenemos de variables clave para la teoría, sino de la naturaleza incierta del mundo en que

⁵⁸ Por acortar, en el texto se hace referencia a teoría *estructuralista* o planteamientos *estructuralistas*, cuando en realidad, se quiere referir a *estructuralista-evolucionista*.

⁵⁹ En Lipsey (1994) se encuentra en detalle la argumentación de por qué el cambio tecnológico endógeno, a nivel micro, acaba con el concepto de distribución óptima de los recursos. Por otro lado, Carlaw y Lipsey (2003) muestran cómo el concepto de productividad total de los factores no puede ser empleado para medir el cambio tecnológico.

tienen lugar los acontecimientos. Hoy en día, las prácticas de política deben ir guiadas por teorías y conceptos teóricos que son ilustrados por medio de las más diversas evidencias empíricas estudiadas por la información que proporcionan pero, al final, todo ello no son más que *inputs* para la elaboración de juicios de valor que no pueden ser evitados.

Surge así el concepto básico bajo el que se guían las políticas diseñadas de acuerdo con la teoría estructuralista: la adicionalidad⁶⁰. Esta idea parte del reconocimiento de la falta de un nivel óptimo de producción de I+D y, por lo tanto, se deben tener en consideración otra serie de aspectos inducidos por una determinada política, los cuales, en general, tendrán un carácter indirecto en sus repercusiones, al objeto de determinar si dicha política es la adecuada o no. En términos neoclásicos, una política es diseñada con el objetivo de alcanzar un determinado fin sobre el cambio tecnológico. Cualquier acto que se salga o que no afecte sobre ese objetivo, será considerado como una política negativa. En cambio en términos estructuralistas, una política se diseña con el ánimo de influir sobre una gama de objetivos que pueden alcanzarse directa o indirectamente. Mientras que se pueda influir sobre un determinado objetivo, aunque sea de forma indirecta y a través de otros, esa política será apropiada. Es decir, el enfoque neoclásico difiere del estructuralista no sólo en los planteamientos de base sobre el ámbito en el que debe considerarse una política sino también en la medición y alcance de los objetivos que se deben tener en cuenta para considerarla exitosa o no.

En resumen, este concepto descansa sobre el neoclásico de fallo de mercado⁶¹ y de la falta de un nivel óptimo de inversión y gasto en actividades de I+D por parte de las empresas debido a su incapacidad para apropiarse de todos los retornos que generan. Y con la noción de adicionalidad se pretende medir la diferencia entre la supuesta subinversión en I+D por parte de las empresas y la inversión conjunta real de las empresas y de los organismos públicos de I+D, motivada por las políticas públicas (Luukkonen, 2000). En otras palabras, la adicionalidad es un concepto que explora si una empresa habría llevado a cabo un proyecto de I+D en ausencia de financiación pública. Las políticas que se basan en esta idea, persiguen precisamente el provocar la

⁶⁰ La literatura norteamericana afín, al tratar esta idea, se refiere a ella como incrementalidad. El término adicionalidad es más propio de la corriente estructuralista europea.

⁶¹ Hay que destacar que la teoría estructuralista no trata de echar por tierra la idea de fallo de mercado. Desde un punto de vista neoclásico, un mercado falla cuando no se puede alcanzar un equilibrio único y óptimo. En cambio, desde un planteamiento estructuralista, el mercado falla si no se puede lograr una situación deseada y que es alcanzable.

participación de empresas en actividades de I+D de mayor riesgo pero también de un potencial beneficio superior gracias a la financiación pública aportada, sin la cual nunca se habría llevado a cabo tal proyecto. De forma complementaria, su empleo también puede perseguir el convertir un pequeño proyecto en uno de mayor envergadura, llevarlo a cabo más deprisa o con la participación de otras instituciones.

En la práctica, el concepto empieza a cobrar auge en los años 70 hasta constituir un marco para la evaluación en los años 80 en Gran Bretaña. Así, se empleó en la evaluación del Programa Alvey (1984-1990) el cual sirvió para desarrollar y perfeccionar muchas herramientas de evaluación empleadas con posterioridad. En pocas palabras se puede definir este concepto como la ayuda proporcionada por los fondos públicos, no para sustituir directamente a las inversiones en I+D de las empresas privadas, sino que son considerados como algo adicional a lo que hubiera sucedido en cualquier caso (Buisseret, et al., 1995). Su aplicación, actualmente se puede ver en la evaluación de numerosos programas de apoyo a la I+D financiados por la UE, tales como el MONITOR-SPEAR, cuya evaluación fue llevada a cabo en los años 80 (Georghiou, 1994).

A modo de resumen se puede añadir que la práctica en el diseño de las políticas de I+D se ha venido haciendo con referencia a dos teorías económicas contrapuestas y, a veces, contradictorias. La mayor implantación de la teoría neoclásica ha provocado, en relación con el diseño de políticas de I+D, una visión “estrecha” en cuanto a posibilidades de actuación y objetivos, que el diseño, bajo una óptica estructuralista, ha tratado de “ensanchar”. El problema que se observa en la práctica estriba quizás, en el peso de la tradición y el grado de implantación de un planteamiento u otro entre los responsables del diseño y aplicación de las políticas.

3.3. Incentivos económicos para la colaboración y la formación de redes: ¿reducción de costes o algo más?

Otra fuente de teoría que afecta a este trabajo es la que proporciona el estudio y análisis de los factores que conducen a agentes económicos diversos a colaborar en la realización de actividades de I+D. Esta corriente de teoría emana directamente del enfoque estructuralista de la economía, del papel de las organizaciones en el desarrollo y del papel de los agentes económicos dentro de esas organizaciones así como de la difusión del conocimiento y de la caracterización de la sociedad actual como la sociedad

del conocimiento (Stehr, 1994). Este hecho tiene importantes implicaciones que se pueden observar en la existencia de una estrecha relación entre ciencia y tecnología y el surgimiento de tecnologías de base científica (Freeman, 1974), como se pondrá de manifiesto posteriormente. Pero, por otro lado, las relaciones entre agentes económicos pertenecientes al entorno empresarial con agentes pertenecientes al científico o tecnológico no resulta un fenómeno, ni mucho menos, actual. Así lo documentan Mowery y Rosenberg (1989) cuando indican que este tipo de relaciones ya se producía en los Estados Unidos desde hace más de 100 años en el área de la agricultura y el sector manufacturero. Por lo tanto, parece imprescindible conocer los planteamientos teóricos que sostienen la colaboración como forma alternativa de llevar a cabo actividades de I+D e innovación ya que, desde los planteamientos neoclásicos, el interés por analizar dichos comportamientos no pasa de ser una forma de analizar el mercado o los niveles de competencia que podemos encontrar en los mercados. En cambio, a ojos de un estructuralista, este tipo de relaciones es el fundamento de “algo” que ayuda a conformar lo que hemos denominado sistema.

Tradicionalmente, cuando se estudian los motivos que conducen a agentes económicos de diferentes entornos a colaborar en un proyecto, actividad o trabajo relacionado con la I+D, un elevado porcentaje de esos estudios se centra en las colaboraciones que se producen entre la universidad y la industria, sin que resulte tan llamativa la posibilidad de llevar a cabo ese análisis entre dos centros de investigación diferentes, por citar un ejemplo. De hecho y, aunque el estudio concreto de las relaciones universidad-empresa (que no el hecho de que ocurran) se pueda considerar un área relativamente reciente (la discusión de este tipo de relaciones cobra un gran ímpetu a partir de los años 80 fundamentalmente), un gran porcentaje de los trabajos que analizan las relaciones tan sólo se centran en estos dos ámbitos. Si bien es cierto que también hay una cierta cantidad de literatura que analiza las relaciones que se producen entre centros de investigación diferentes o entre centros técnicos y universidades, como otras formas de relaciones, las cuales aparecen reflejadas en la literatura como cooperación en investigación. Ciertamente, desde que la Unión Europea comenzó, en los años 80, a fomentar la cooperación y la formación de grupos de investigación interdisciplinarios, ha habido una corriente creciente de literatura que se ha centrado en el análisis de los motivos que conducen a centros de investigación a cooperar para la generación de nuevo conocimiento (Erno-Kjohede, 2001).

Desde el punto de vista de este trabajo, el análisis de los motivos que conducen a cooperar a agentes diferentes no debería restringirse únicamente al caso de las

relaciones entre la universidad y las empresas. Se ha querido llamar la atención sobre este aspecto del estudio de las relaciones ya que, al adoptar un enfoque de sistema, y en atención a la definición de éste, las relaciones son igualmente importantes para consolidar un sistema, cualesquiera que sean los agentes que toman parte en esas relaciones.

En cualquier caso, el estudio de las relaciones para llevar a cabo una investigación conjunta está íntimamente relacionado con el estudio de la difusión del conocimiento, aspecto éste que se encuentra en el núcleo de las preocupaciones de los economistas de corte estructuralista-evolucionista y que, igualmente, es parte del núcleo del concepto de sistema de innovación, como se mostrará en el apartado siguiente. Pero al centrarse estrictamente en los estudios sobre relaciones hay que indicar que existe una extensa bibliografía que analiza los motivos que llevan a las empresas a colaborar con centros públicos de investigación, y también existe cierta bibliografía, aunque en menor medida, que analiza las razones que conducen a dos o más centros de investigación a colaborar entre sí con el fin de generar nuevo conocimiento.

En relación con este segundo conjunto, se puede indicar, primeramente, que resulta necesario hacer una distinción en el área de conocimiento sobre el que se lleva a cabo el estudio, ya que surgen importantes diferencias en los motivos dependiendo de la disciplina. Así, Becher (1989) señala que existe una menor tradición en la investigación en colaboración en áreas de tipo rural en comparación con otras de tipo urbano. Asimismo, el mismo autor señala que entre los sociólogos existe una mayor tradición de investigación en solitario que en colaboración. El conocimiento de las disciplinas en las que es costumbre llevar a cabo investigación en colaboración no es precisamente nuevo. Lo que sí resulta llamativo es el crecimiento que han experimentado esas colaboraciones en los últimos años (Luukkonen et al., 1992; Waddel, 1994; Hicks y Katz, 1996; Raan, 1997). De estos autores, Hicks y Katz (1996) sostienen que “el conocer cómo financiar, gestionar, facilitar y dirigir investigación en colaboración, se transformará en el asunto central de la política científica en el próximo siglo” (ibid.).

Así pues, ¿cuáles son los motivos que impulsan a investigadores a colaborar en una dirección común? Desde luego, los estímulos que se reciben desde las políticas científicas se pueden adelantar como algunos de los motivos. También existen motivos de tipo tecnológico que animan a la colaboración: los avances en las telecomunicaciones son un buen ejemplo de ello. Pero todos estos motivos tan sólo pueden ser considerados elementos que facilitan esa colaboración, no las razones reales que la explican. La

literatura económica tradicional muestra cómo la cooperación en investigación científica se puede considerar como una forma de compartir riesgos por parte de las instituciones implicadas, transferir la tecnología, reducir el tiempo de introducción al mercado, y generar economías de escala al compartir recursos y evitar la duplicación de esfuerzos en la investigación. Éstos, pueden ser entendidos como los motivos *institucionales* para llevar a cabo una investigación en colaboración. Pero al preguntarse uno por los motivos individuales de los investigadores, de acuerdo con la literatura⁶², éstos pueden ser agrupados en cuatro grandes conjuntos que abarcarían:

- Motivos de tipo intelectual: que van desde el acceso a conocimiento específico, equipamiento o competencias específicas, hasta tecnologías, materiales, datos con objeto de estar al corriente de los últimos adelantos en un conocimiento concreto, perseguir nuevas líneas de investigación, expandir las redes de tipo científico, o aprender nuevas formas de pensar.
- Motivos de avance personal en la carrera investigadora: la colaboración y la publicación de trabajos conjuntamente con otros investigadores de reputación puede suponer un impulso de la carrera profesional ya que éste se hace más visible para el resto de la comunidad científica.
- Motivos de tipo social: la cooperación puede resultar agradable, proporcionar viajes y conocer sitios que, de otro modo, no se hubieran realizado. Las razones de amistad personal también se contarían entre estos motivos.
- Motivos de tipo financiero: la investigación conjunta financiada por medio de los programas que la apoyan puede significar futuros nuevos proyectos de investigación que supongan nuevas entradas de dinero con el que llevar a cabo nuevas investigaciones, entrándose así en una especie de círculo virtuoso.

Otro punto importante que hay que destacar es la importancia creciente que se le ha dado a la *interdisciplinariedad* en las investigaciones conjuntas. Este aspecto de la forma en que se puede llevar a cabo una investigación conjunta, comenzó a cobrar auge hacia los años 60 y 70 fundamentalmente, ya que se veía como la forma de que la

⁶² De nuevo, se puede citar una serie de referencias interesantes, pero de ellas, sobresale especialmente Georghiou, 1998.

ciencia resultara más relevante a la hora de analizar los problemas concretos que se planteaban. Se encuentran diferentes formas de entender la interdisciplinariedad, todas ellas dependiendo del alcance. Así, para Gibbons et al. (1994:29) “la *transdisciplinariedad* surge sólo si la investigación está basada en una comprensión común de la teoría”. Para estos autores, el concepto de transdisciplinariedad⁶³ cobra sentido cuando se está dentro de un modelo de producción de conocimiento que denominan *Modo II*⁶⁴, en el que se incrementa la complejidad del grupo de investigadores e instituciones que toman parte en una determinada investigación.

En definitiva, la implicación de diferentes fuentes de conocimiento para llevar a cabo una determinada investigación parece haber cobrado un singular impulso debido, fundamentalmente, a los enfoques alternativos y el enriquecimiento del resultado final que puede surgir de la mezcla de tales enfoques.

Pero, como se indicó al inicio, el principal interés en el estudio de las relaciones entre diferentes agentes económicos para llevar a cabo una investigación en común, se centra en las que se producen entre la universidad y la empresa. Este conjunto de literatura ha cobrado en las dos últimas décadas un impulso extraordinario gracias, en buena parte, al progresivo asentamiento, entre políticos y gestores, de los postulados de corte estructuralista y evolucionista. La nueva economía del conocimiento parece haber abonado el terreno para la consolidación de ciertos temas que ayudan a comprender mejor los procesos de generación, difusión y aplicación del conocimiento para la producción de innovaciones y, en definitiva, del crecimiento económico. Pero ¿ha sido esta corriente de pensamiento la impulsora del estudio de este tipo de relaciones? La respuesta es, ciertamente, no. Como bien describe Vence (1995), “Marx pone en conexión la emergencia de las relaciones entre la ciencia y la producción con la aparición de «la gran industria» y del maquinismo. [...] La ciencia en particular no es un círculo autónomo de la actividad humana, ni se desarrolla en respuesta a fuerzas internas a la propia ciencia o comunidad científica sino que la producción científica debe entenderse más bien como una actividad social que responde a fuerzas económicas” (ibid, 1995:382). En consecuencia, si bien es cierto que la corriente estructuralista-evolucionista ha proporcionado un marco teórico más adecuado para el estudio de las

⁶³ Aunque las palabras interdisciplinariedad y transdisciplinariedad son diferentes (debido al matiz que introduce el prefijo *inter-* en el primer caso, y *trans-* en el segundo) en este caso se pueden interpretar como sinónimos.

⁶⁴ Estos autores hablan del Modo II por oposición al Modo I de producción de conocimiento, que consideran más convencional y gobernado por los sistemas y estructuras establecidos tales como el sistema de evaluación por pares, las

implicaciones entre la ciencia y la producción, no se puede olvidar que es precisamente el estudio de las contradicciones que presentan sus interpretaciones clásica y neoclásica, lo que ha impulsado definitivamente su estudio. En este sentido, y sin la pretensión de profundizar en las ideas y modelos neoclásicos sobre relaciones entre el mundo científico y el productivo, baste recordar el beneplácito con el que, durante largos años, ha contado uno de los modelos sobre generación de innovaciones más reconocido mundialmente: el modelo lineal de innovación⁶⁵. Modelo éste que, actualmente, parece haber caído en desgracia en cuanto a su poder de explicación de este tipo de relaciones se refiere⁶⁶.

Pero en realidad, el interés que encierra el repaso de la literatura sobre las relaciones universidad-empresa en este trabajo se circunscribe más al estudio, por una parte, de los motivos que llevan a estos agentes a colaborar y, por otra, a profundizar en el problema de evaluar dichas relaciones. En este sentido, si se profundiza en la teoría económica, es posible encontrar cómo la Teoría Neoclásica muestra su preocupación por la localización de los recursos y esfuerzos para la producción de nuevo conocimiento por parte de instituciones económicas y no económicas al objeto de maximizar los beneficios sociales resultantes, como ya se explicó en el apartado anterior. Este problema no resulta trivial, ya que la especial naturaleza del conocimiento (Nelson, 1959; Arrow, 1962) por oposición a otros tipos de bienes, genera una diferencia entre las tasas de retorno social y privada derivadas de la inversión en producción de conocimiento (Masnfield et al., 1977; Dasgupta, 1987). Bajo este enfoque, el interés de las empresas por entrar en contacto con centros públicos de investigación (CPI) simplemente emanaría del interés que tendrían en acceder a conocimiento básico, el cual presenta un incentivo de tipo privado muy bajo como para invertir en su producción.

Pero como se ha mostrado en los apartados previos, la Teoría Neoclásica descansa sobre unos supuestos que le confieren grandes rigideces al tratar este tipo de temas. En consecuencia, actualmente se puede encontrar una literatura abundante que abandona los motivos expuestos previamente para adentrarse y mostrar el análisis de muchos otros que enriquecen el análisis de las relaciones universidad-empresa y

publicaciones, la élite internacional de investigadores en relación con una determinada disciplina, etc., que determina, en definitiva, la cantidad de investigación que se lleva a cabo.

⁶⁵ Si bien es cierto que el modelo aludido se ha empleado en la literatura para describir la forma en que se generan innovaciones, no lo es menos que esa forma encierra en su fondo el modo en que se relacionan los agentes económicos encargados de producir conocimiento científico y los encargados de obtener productos comercializables.

⁶⁶ Si bien es cierto que, en función del sector industrial sobre el que se quiera analizar el proceso de innovación, dicho modelo puede resultar más coherente con el proceso de generación de éstas. Así, se suele identificar un proceso lineal de innovación con sectores altamente dependientes de la ciencia tales como el farmacéutico y un modelo interactivo con sectores más tradicionales o no tan dependientes de la ciencia.

muestran la gran complejidad que presentan. Una parte de la literatura de corte estructuralista-evolucionista se ha dedicado a analizar la racionalidad económica que subyace a la generación de conocimiento básico (Rosenberg, 1990; David et al., 1988) y como resultado se ha mostrado la relación inherente entre el conocimiento de carácter básico y el que posee una orientación más clara hacia su aplicación. Desde este planteamiento, las empresas precisan de conocimiento para enriquecer su base científica para que sean capaces de percibir y explotar las oportunidades exteriores. Con objeto de ampliar esa base científica es posible que las empresas establezcan relaciones con CPI, así como con otras empresas.

Otra corriente de literatura que se centra en el análisis de las relaciones entre ciencia y tecnología (Rosenberg, 1982, Kline y Rosenberg, 1986), sugiere que algunos avances científicos importantes se han producido por la búsqueda de soluciones técnicas a problemas a los que han tenido que enfrentarse las empresas durante su proceso productivo. En consecuencia, los CPI necesitan colaborar de forma estrecha con las empresas para poder alcanzar lo que serían sus metas de tipo institucional. Es decir, si un CPI tiene como máxima de su existencia el alcanzar nuevo conocimiento, la oportunidad por descubrir ese nuevo conocimiento bien puede surgir de una relación con una empresa.

Por último, hay que mencionar el trabajo de Cohen y Levinthal (1989; 1990) que, partiendo de la empresa como el objeto de estudio, concluyen que las posibilidades que ésta tiene de emplear con éxito conocimiento externo, resultado de una relación con CPI depende, en gran medida, de las inversiones previas que dicha empresa hubiera realizado en materia de I+D, efecto que dicho autores denominan “capacidad de absorción”. La consecuencia más importante que se extrae de este estudio es que las relaciones que una empresa pueda mantener con CPI no son, en ningún caso, un sustituto de la inversión que la empresa debe llevar a cabo internamente en conocimiento básico.

Del repaso de toda esta literatura surgen trabajos que se encargan de profundizar en los motivos que llevan a las empresas a establecer relaciones de colaboración con CPI al objeto de generar nuevo conocimiento. Entre estos trabajos hay que citar el de Bonaccorsi y Piccaluga (1994), quienes haciendo un amplio repaso de la literatura sobre relaciones universidad-empresa tanto a nivel teórico como empírico, establecen una tipología de los motivos que lleva a las empresas a establecer relaciones con CPI. Estos cuatro grupos abarcan los siguientes motivos:

- Acceder a las fronteras del conocimiento: para estos autores, este conjunto de motivos resulta relevante en el caso de que exista una dependencia de la tecnología en los logros de carácter científico. Bajo estas condiciones mucha de la investigación científica es de uso directo por parte de las empresas.
- Acceder al poder predictivo de la ciencia: este motivo es especialmente relevante en aquellos sectores en los que los costes de desarrollo son extremadamente altos y pueden reducirse considerablemente si la ciencia ofrece una respuesta a la incertidumbre que plantea el desconocer cual será el rumbo que van a tomar las tecnologías que afectan más directamente a este tipo de sectores. Igualmente ocurre en situaciones, cada vez más frecuentes y en más sectores, en que los ciclos de vida de los productos se van reduciendo, lo que hace preciso recuperar los costes de desarrollo en un espacio menor de tiempo.
- Delegar ciertas actividades relacionadas con la fase de desarrollo: es otro grupo de motivos igualmente relacionado con la reducción de costes de desarrollo, pero también con el hecho de compartirlos juntamente con el riesgo que siempre implican estas actividades. En este caso la motivación fundamental no hace referencia a la obtención de conocimientos básicos sino más bien, conocimientos “aguas abajo”⁶⁷.
- Falta de recursos: por último, estos autores reconocen que la falta de recursos por parte de las empresas pueden llevarlas a buscar la relación con los CPI. Este tipo de motivos, ciertamente, puede variar con el tiempo, ya que se supone que son situaciones de tipo pasajero. Este argumento habría que matizarlo, ya que es poco probable que tanto las empresas con pocos recursos como aquellas con muchos establezcan relaciones con CPI. Las primeras porque es poco lo que pueden ofrecer como contrapartida en la relación, las segundas por que es poco lo que pueden recibir.

⁶⁷ En referencia al término anglosajón “downstream” para referirse a las actividades más propias de una fase de desarrollo dentro de un modelo lineal de innovación.

De las anteriores agrupaciones de motivos para emprender una colaboración entre las empresas y los CPI, se desprende inmediatamente que los tres primeros grupos de motivos se pueden dar en sectores que presentan una serie de características comunes, lo que nos puede inducir a determinar el grado de colaboración que podemos encontrar en cada sector de la economía. Entre los motivos que se agrupan en la primera categoría se encuentran sectores que dependen en gran medida de la ciencia. De acuerdo con la taxonomía que establece Pavitt (1984), éstos pueden ser encuadrados dentro de la categoría de sectores basados en la ciencia, entre los que aparecen los de electrónica y telecomunicaciones y química (incluyendo fundamentalmente el farmacéutico) como los más representativos. Este sector es igualmente caracterizado por el trabajo de Meyer-Krahmer y Schmoch (1998), para quienes el sector químico es el que tiene una orientación más clara hacia la ciencia básica. El segundo grupo de motivos, como indican los propios autores, es al que responden sectores tales como el aerospacial y de fabricación de motores para aviones. De acuerdo con la taxonomía de Pavitt, son sectores que cuentan con proveedores muy especializados. Los dos últimos grupos de motivos no responden a ningún tipo de sector en particular (especialmente el último grupo de motivos), por lo que puede aparecer cualquier sector que accede a una relación con CPI debido a estos motivos. Este mismo tipo de resultados aparecen en Caloghirou et al. (2000), para quienes los principales objetivos perseguidos por las empresas en la colaboración con los CPI varían desde el acceso a recursos financieros complementarios en busca de disminuir sus costes de investigación, a la obtención de habilidades o lograr ciertas sinergias en la investigación que pudieran incrementar la productividad de la I+D de las empresas, mantenerse al día de los principales avances tecnológicos, etc. También encuentran como motivo adicional el de la posibilidad de incrementar las ventas: de acuerdo con estos autores, aquellas empresas que tienen una cifra de ventas más importante tienden a cooperar más con los CPI.

De los motivos encontrados a lo largo de la literatura es interesante detenerse en uno en concreto que puede resultar útil analizar mínimamente, ya que es el origen de la "Economía de Redes" y de los estudios estructuralistas sobre las relaciones. Es el relacionado con la reducción de costes, que los estudiosos de corte neoclásico siempre han referido en términos de costes de transacción. Ciertamente, el estudio de la conformación de una red de colaboración, analizado desde un punto de vista neoclásico, se remonta a uno de los artículos más citados de Ronald Coase (1937), considerado por muchos como el padre de la Economía de los Costes de Transacción. De acuerdo con los trabajos de Coase y, posteriormente los de Oliver Williamson (1981; 1985; 1989) las

empresas pueden optar por producir ellas mismas los recursos, lo que garantizaría la transacción, o recurrir al mercado como forma de adquisición, o también pueden optar por una forma híbrida que constituyen las redes, en cuyo caso la transacción se efectúa con base en la confianza y reputación de los agentes relacionados. De manera general, estos autores definen estos costes como los generados por contratos económicos, haciendo el distinguo de costes ex-ante y ex-post. El argumento que relaciona esta teoría con la formación de redes, tal y como explica Koschatzky (2002), se deriva del hecho de que una economía, cada vez más abierta, lleva aparejada la desintegración vertical, con lo que las transacciones fuera y dentro de la empresa aumentan, al objeto de coordinar y mantener el rendimiento de las acciones de ésta. Por este motivo se produce un aumento en la presión por buscar acuerdos externos y, consecuentemente, por buscar otros agentes con los que formar una red de colaboración, lo que da origen a toda una nueva fuente de literatura que trata de explicar los motivos para la formación de las redes, las ventajas, los condicionantes, etc. y que será mostrada en el apartado siguiente del presente capítulo.

Retomando el argumento que se iniciaba en el párrafo previo, entre las clasificaciones de motivos que inducen a establecer un acuerdo de colaboración, se deja entrever la posibilidad de diseñar un indicador sobre la *propensión a la colaboración* en función del tipo de motivos que inducen a una empresa a entrar en contacto con un CPI y, en consecuencia, a poder indicar si unos sectores económicos tienen una disposición mayor o menor que otros a establecer este tipo de relaciones. En ese campo se adentran Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) y encuentran que aquellos sectores con una más clara orientación a unas necesidades de investigación y conocimientos de tipo aplicado presentan una tendencia más clara a la colaboración. Aquí no se pretende entrar en este debate, que puede resultar muy enriquecedor. Tan sólo se quiere señalar que el sector de la alimentación, bebidas y tabaco, presenta, con carácter general, una configuración que, de acuerdo con la taxonomía de Pavitt, llevaría a encuadrarlo entre los sectores dominados por los proveedores, con una fuerte dependencia en las fuentes externas de tecnología y que emprenden actividades de I+D propias de manera muy reducida y puntual. Asimismo también es preciso tener en cuenta la configuración propia del sector en el caso español el cual, aunque presenta grandes parecidos con el sector a nivel

global, tiene ciertas peculiaridades que conviene tener en cuenta⁶⁸ y que puede llevar a una clasificación errónea de acuerdo con las tipologías presentadas.

Continuando con la revisión del trabajo de Bonaccorsi y Piccaluga (1994), estos autores emplean las agrupaciones de motivos que llevan a las empresas a colaborar con CPI para establecer el modo en que se van a llevar las relaciones, para lo cual establecen dos factores como determinantes de la forma que se adoptará en la posterior relación. Estos factores hacen referencia a una dimensión estructural, que incluye los acuerdos institucionales que guiarán la relación, y una dimensión de procedimiento, que incluye los procedimientos de coordinación. Sin entrar al detalle de las formas que adoptan las relaciones en función de esas dimensiones, se quiere indicar cómo todo el marco teórico que establecen estos autores para analizar las relaciones, proporciona las bases para determinar lo exitosa que ha resultado la relación. El objetivo último, como resulta evidente, es poder evaluar las relaciones. Pero el análisis de la forma en que se pueden medir las relaciones queda reservado al capítulo cinco de este trabajo, en el que se procederá a examinar la literatura que ha abordado el tema de la formación de redes de colaboración, método éste de marcado carácter estructuralista en el que se le otorga un papel relevante a los agentes que intervienen en la relación por contraposición al enfoque neoclásico examinado anteriormente y que se refiere a los costes de transacción.

Para concluir este apartado, se repasa alguno de los estudios que ha examinando los motivos que impulsan a las empresas de la Alimentación, Bebidas y Tabaco (IABT) a establecer algún tipo de relación con Centros Públicos de Investigación (CPI). Aunque la literatura sobre las relaciones entre empresas y CPI resulta muy abundante, como se ha tratado de poner de manifiesto en el apartado actual, los estudios concretos que afectan a la IABT sí resultan más escasos. Aún así, Fontana, et al. (2004) analizan los motivos que empujan a las empresas de la alimentación, entre otros sectores, a colaborar con universidades. De acuerdo con la información procedente de la encuesta KNOW llevada a cabo en el año 2000⁶⁹ para un conjunto de estas empresas localizadas en varios de los principales países europeos, se indica que, aunque pueden establecer relaciones de colaboración con centros públicos de investigación, resulta mucho más difusa esta posibilidad que en el caso de otros sectores. Aún así, la muestra aparece dividida en dos

⁶⁸ La caracterización del sector de la Alimentación, Bebidas y Tabaco (IABT) y, por ende, del entorno productivo del Sistema alimentario de innovación en España, aparece recogida en el capítulo 5 de este trabajo.

grupos: un primer grupo de empresas de este sector que consideran a los CPI como la principal fuente para completar un proceso de innovación y, el segundo, que no muestra especial relación con los CPI a la hora de llevar a cabo proyectos de innovación. En concreto, entre los motivos sugeridos en la encuesta que llevan a establecer relaciones de colaboración con los CPI al objeto de adquirir nuevo conocimiento, el conjunto de las empresas del sector de la alimentación encuestadas indicaron que el principal era el de cumplir las regulaciones establecidas por las leyes que les afectan, aunque, entre aquellas que se sienten más próximas a los CPI como fuente de adquisición de nuevo conocimiento también aparecen otras motivaciones como las de reducir el coste y riesgo de una investigación o la de actualizar y mejorar la experiencia en el empleo de una técnica, no ocurriendo así entre el segundo grupo de empresas. Entre las que conforman el primer grupo, se encuentra una propensión mayor a establecer las relaciones con centros de investigación previamente conocidos, es decir, con aquellos con los que han tenido alguna experiencia previa de colaboración, pero la forma usual de establecer el contacto es de manera informal, lo que implica que los contratos de I+D formalizados son una excepción más que algo habitual. Para las PYMES encuestadas y encuadradas en este grupo de empresas, sus socios académicos son los adecuados con los que tratar la mayoría de temas relacionados con calidad de los alimentos, seguridad en la producción, etc. Es decir, aquellos relacionados con las regulaciones impuestas desde la administración e incluso por los grandes distribuidores que puedan requerir evidencias de, por ejemplo, cuidados y estándares sanitarios en la producción. En resumen, parece que de esta encuesta se desprende que el papel desarrollado por los CPI en las relaciones con las empresas de la alimentación se centra en proporcionarles el acceso a pruebas actualizadas que muestren que las empresas cumplen con las regulaciones vigentes. Y este tipo de actividades, como resulta obvio, no requieren de acuerdos formalizados.

⁶⁹ Una descripción detallada de las características metodológicas de la encuesta KNOW así como de la muestra empleada y de los resultados, se encuentra en Arundel y Bordoy, 2002.

3.4. La Economía de Redes como planteamiento teórico de las relaciones: ¿una aproximación a la realidad?

Siendo el interés fundamental del presente trabajo el análisis de las relaciones fomentadas entre los agentes de un sistema sectorial de innovación mediante la implantación de una política pública, parece lógico mostrar los avances que se han producido en la literatura relacionada con la Economía de Redes, considerando esta parte de la economía como una derivación de carácter estructural de la Economía de los Costes de Transacción, de la que hablamos anteriormente. En realidad los orígenes del estudio de las redes como forma de coordinación entre los agentes son bastante dispares. De hecho, se puede situar tanto en el ámbito de la sociología, como mecanismo de interacción social, como en el ámbito de la ciencia política, en el análisis de las redes políticas.

Por otro lado, los planteamientos más cercanos a la economía se observan en el estudio tecnoeconómico de las redes (Coombs, et al. 1996). Así, y dentro de este ámbito, también se puede hacer la distinción entre dos áreas específicas en las que se analizan las redes. Sin profundizar en cada una de ellas baste indicar que son, por una parte la que se dedica al estudio de redes en relación con la Economía Industrial y que tienen que ver fundamentalmente con redes de cooperación de tipo formalizado mediante una forma contractual y que suelen producirse entre empresas (entre los estudiosos de este campo específico se debe citar a John Hagedoorn⁷⁰); por otra, son las aportaciones realizadas desde el área de la Economía Regional, cuya profundización en la temática de las redes se ha producido en relación con los denominados *milieu* innovadores y distritos industriales (cuyos orígenes se remontan a Alfred Marshall) y más actualmente en relación con los denominados *clusters* innovadores⁷¹.

De forma paralela a estos estudios, la profundización en el concepto de red desde el campo de la Economía del Cambio Tecnológico se ha producido en relación con el papel del aprendizaje en los procesos de innovación, enlazando de este modo con la Economía del Conocimiento, heredera de los planteamientos sistémicos de Bengt-Åke

⁷⁰ Los trabajos de este autor son muy numerosos y representan todo un campo de estudio en sí mismo. El tratamiento que ha llevado a cabo de las relaciones ha dado origen a la confección de una conocida base de datos, CATI, depositada en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Maastricht, que es fuente inagotable de información para otros muchos estudiosos del tema reseñado.

⁷¹ Un interesante compendio sobre los orígenes y evolución de las ideas que han contribuido a conformar el concepto de red de innovación se encuentra en Fornahl y Brenner, 2003).

Lundvall (Cowan y Foray, 1997; Cimoli y Dosi, 1996, entre otros). Estos planteamientos muestran cómo es posible aprender de forma sistemática si, de forma paralela, se produce un cierto “desaprendizaje” y olvido igualmente sistemáticos. Desde los estudios de estos autores se pone de manifiesto cómo el aprendizaje dentro del seno de las empresas se puede producir a diferentes niveles, pero es especialmente importante el que se produce por la interacción de la empresa con los proveedores, competidores y los centros de investigación. Esta corriente de estudios enlazaría claramente con el concepto de capacidad de absorción de una empresa, introducido por Cohen y Levinthal, al que ya hemos aludido anteriormente.

Pero una vez mostrado el origen de esta idea y área de investigación en la economía estructuralista, quizás sea necesario mostrar una definición de lo que se entiende por red de innovación al objeto de mostrar las múltiples dimensiones que afecta al término. Así, por ejemplo, para Pyka y Küppers (2002), las redes de innovación constituyen procesos de interacción entre un conjunto heterogéneo de actores que generan innovaciones a cualquier nivel posible de agregación (regional, nacional, supranacional). Por lo tanto, las redes de innovación constituyen estructuras sociales automantenidas creadas bajo una situación de inestabilidad debido a que los agentes que la integran (empresas, universidades, agencias gubernamentales) no han sido capaces de definir individualmente ni el problema que plantea la posible innovación ni sus soluciones posibles. Esta inestabilidad es causada por la percepción de incertidumbre sobre lo que es la innovación y cómo se puede lograr.

La principal característica de los estudios llevados a cabo en el ámbito de la economía de redes es que parten de la percepción de la red como un ente cuyo estudio nunca puede abarcarse desde planteamientos parciales. Es decir, la comprensión y alcance de lo que supone una red no puede entenderse si la analizamos exclusivamente desde un punto de vista económico, por ejemplo. Es preciso abordarlo con un campo de visión más amplio, dando cabida a otros aspectos de tipo social, como la comunicación humana o las pautas de comportamiento (Koschatzky, 2002). Esta idea ya fue recogida por los estudios que se han recopilado por el GREMI⁷² (Ratti, et al., 1997) en relación con los *millieu* innovadores, cuando se indica que los contactos de carácter informal son fundamentales para la conformación de una red y su buen funcionamiento. De acuerdo con esta idea, el conocimiento que está orientado a la innovación se basa en la

⁷² Siglas que hacen referencia al *Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs*.

apropiación y transformación de la información a la que se ha accedido a través de los contactos. Las redes de conocimiento e información formarían así elementos de la red de innovación (Kogut et al. 1993). La principal diferencia que introducen estos autores sobre la interpretación de una relación basada en la red y la que introducen los autores de la Economía de los Costes de Transacción estriba en que para los primeros, la red parte de una relación de cooperación a largo plazo, mientras que para los segundos, la red se crea con base en una relación de naturaleza temporal no permanente. Por consiguiente, para los primeros autores la conformación de una red no se produciría debido a consideraciones sobre los posibles costes (que se reducirían con la colaboración), sino a intereses estratégicos, deseo de apropiabilidad, así como a la generación de sinergias resultado de una cierta complementariedad tecnológica u otro tipo de complementariedades (Freeman, 1991). Por estos motivos, las redes de innovación tienen una consideración de “...sistemas de interrelación relativamente sueltos, informales, implícitos, de fácil descomposición y recombinación que, en caso de éxito pueden durar varias décadas” (De Bresson y Amesse, 1991). Como se ha indicado anteriormente, el estudio de las redes de cooperación, desde los planteamientos de corte estructuralista-evolucionista son herederos, en cierto modo, de los planteamientos sistémicos de la innovación debidos a Lundvall, quien resaltó con la idea del aprendizaje por la interacción la importancia de las redes de innovación en los procesos de aprendizaje mutuo entre productores y usuarios. Para este autor, una red sólo tendrá éxito cuando las relaciones que la fundamentan estén basadas en relaciones de confianza no jerárquicas entre los diferentes integrantes y por la aceptación común de reglas para dicha relación⁷³.

En función de todo el cuerpo teórico anterior, Koschatzky (ibid.) determina una serie de motivos por los cuales pueden surgir las redes de innovación.

- Reducir las incertidumbres técnicas y del mercado.
- Adquirir competencias tecnológicas, en particular aquellas que resultan del dominio sistemático de las nuevas tecnologías.

⁷³ Esta idea transmitida por Lundvall también ha dado origen a la introducción de otra fuente de estudios, con su base anclada en la sociología, a través de la cual se estudia la evolución de comunidades con similares dotaciones de factores iniciales, pero que han evolucionado por caminos claramente diferentes debido fundamentalmente a la incorporación de esas reglas o normas, diferentes en cada caso. Estos autores se refieren a esas normas como capital social y el principal autor y al que se le atribuye el concepto anterior es Putnam (1993).

- Obtener ganancias adicionales (o cuasi-rentas) que resultan de la conjunción de competencias complementarias al objeto de diferenciarse frente a los competidores.

Como se desprende del anterior listado, surgen, de acuerdo con la teoría de redes, motivos adicionales a los clásicos referidos por la Economía de los Costes de Transacción para la conformación de redes. Una vez más, se debe considerar la posibilidad de estar ofreciendo una explicación más próxima a lo que realmente ocurre y, con ello, uno podrá aproximarse más a la posibilidad de ofrecer una valoración más precisa de las redes que se pudieran encontrar en relación con el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos.

Continuando con el estudio de las redes de innovación, hay que indicar igualmente lo que para otros autores son las características típicas de las redes (Fritsch, 2001; Powell, 1990):

- La relativamente baja dependencia de los socios que la conforman frente a la red. Son agentes autónomos que participan voluntariamente y disponen de alternativas, por lo que pueden optar por otras redes o formas alternativas de organización económica.
- La falta de especificidad de las relaciones de intercambio, que no están perfectamente definidas.
- La ausencia o baja significación de las relaciones jerárquicas, que permite a los socios de una red cooperar en igualdad a la vez que en competencia.
- La reciprocidad de las relaciones, que entre los socios de la red puede influir en ambos sentidos.
- El establecimiento, en la mayoría de los casos, de relaciones con perspectivas de largo plazo.
- Una alta flexibilidad, dada la carencia de vínculos de tipo contractual, ya que, en función de las necesidades de recursos, es posible dar entrada a nuevos socios o, en su caso, salida a los existentes.
- La menor burocratización y necesidad de control que se deriva de la ausencia de vínculos contractuales.

- Economías de escala gracias al acceso a recursos externos.
- Confianza o familiaridad entre los socios, es decir, la ausencia de comportamientos oportunistas.

Este último aspecto, sobre todo, es lo que diferencia a las redes de innovación de las transacciones económicas analizadas desde un punto de vista más tradicional. El motivo es que dentro de una red se presupone cual es el interés común de sus integrantes. El que existan ciertos márgenes a la acción individual y que se deba aceptar un cierto vínculo institucional es el precio que hay que pagar a cambio de la ventaja de la mutua ampliación de las posibilidades de actuación y de la base de recursos y conocimiento. Como las empresas y otros potenciales agentes que pueden formar parte de la red, disponen de alternativas a la obtención de recursos, no sólo no se descarta la participación simultánea en varias redes y otras formas de transacción económica, sino que ésta resulta una práctica habitual.

Desde este punto de vista, se puede hacer evidente que las externalidades positivas que emanan de las redes no sólo resultan de los contactos directos entre los integrantes de la red, sino también de las conexiones entre redes diferentes, lo que da lugar a ventajas que surgen de las relaciones de cooperación entre los distintos socios de cada red. Así, de acuerdo con Granovetter (1973; 1982), la intensidad de las relaciones depende del esfuerzo que ha de llevarse a cabo para su cuidado: cuanto menor esfuerzo deba realizarse para cuidar el contacto, menor será la intensidad de la relación y mayor será, en cambio, el número de posibles contactos. En relación con las redes de interés para la innovación, que implican una fuerte vinculación y requieren de un mayor esfuerzo para su cuidado, Granovetter argumenta que con vinculaciones débiles se superan mejor las distancias sociales y se pueden establecer contactos con un mayor número de socios. En consecuencia, existe un acceso más fácil a las informaciones y una mayor capacidad de elección. Ello implica que las relaciones débiles, si bien reducen el riesgo de dependencia de los socios de cooperaciones individuales, lo hacen a expensas de un mayor riesgo de oportunismo, ya que en ese tipo de relaciones, la sensación de incumplimiento de las normas de juego apenas si resulta efectiva, dadas las múltiples oportunidades de elección.

Esta caracterización de las redes ha dado la oportunidad de determinar las diferentes funciones que pueden cumplir y que, de acuerdo con De Bresson y Amesse

(1991), varían en función de los agentes que la componen. Así, para estos autores, las funciones se pueden clasificar de acuerdo con las siguientes categorías:

- Son un instrumento de búsqueda y evaluación.
- Reducen los costes de búsqueda y desarrollo.
- Hacen posible y facilitan el acceso a experiencias y conocimientos complementarios.
- Estimulan el aprendizaje, pueden fomentar el aprendizaje cooperativo y producen efectos de aprendizaje colectivo en tecnologías y campos de aplicación específicos.
- Reducen los riesgos inherentes a la innovación.
- Fijan normas, estándares y reglas.
- Facilitan la obtención de nuevas soluciones a los problemas.

Estas ventajas, como se indicaba previamente, pueden aparecer de forma diversa según el agente al que afecten, especialmente entre las empresas y los centros públicos de investigación. Con carácter general se constata que de las redes se derivan ventajas de unión, tamaño y especialización (economías de alcance, también denominadas externalidades positivas de las redes). Este tipo de ventajas se reconocen a través de la generación de códigos, estándares comunes o la eliminación de redundancias en el trabajo. Sin embargo este tipo de externalidades positivas no tiene por qué presentarse en todas las empresas ni en la misma magnitud, ya que la generación de externalidades se basa en el supuesto de que las empresas de la red sean homogéneas y, ni que decir tiene, que este supuesto es extremadamente restrictivo. Dependiendo del tamaño y capacidad de absorción que tenga cada empresa, la posibilidad de aprovechamiento del conocimiento generado será distinta. Esto resulta especialmente relevante cuando en proyectos de I+D conjuntos falta experiencia o recursos para garantizar la distribución de los derechos de propiedad que se desprendan de la investigación (Smith, et al., 1991). El mayor aprovechamiento que se pueda obtener de la red, será para aquellas empresas que tengan las condiciones internas necesarias para la adquisición de conocimientos externos.

Por consiguiente, la posibilidad de éxito de las redes, depende en gran medida de la capacidad de aprovechamiento de la misma que tengan los agentes integrantes de forma individual: aquellas empresas mejor posicionadas ante la incorporación de nuevo conocimiento, con una mejor capacidad para incorporarlo de forma provechosa, serán las que más ventajas puedan obtener con la conformación de una red. En definitiva, los agentes que integran la red, podrán valorar el éxito o fracaso de su participación en función de factores que les son inherentes, que han determinado su situación actual y que hacen que su evolución futura dependa de la trayectoria seguida en el pasado. Este hecho conduce a analizar la dimensión espacial de las redes de innovación y a enlazarlo claramente con la siguiente fuente de literatura que afecta a nuestro estudio, los Sistemas de Innovación.

La región puede resultar un marco especialmente útil de aplicación para el concepto de red de innovación, ya que la proximidad espacial entre agentes, puede suponer ventajas de información, costes y competencia, tal y como predicen autores de corte neoclásico en relación con las externalidades MAR. Así, dependiendo del tipo de información que se va a transferir en la red, la proximidad cultural y espacial puede ser crucial en el proceso de intercambio. Cuando dicha información está codificada, resulta más sencillo transferirla salvando grandes distancias, lo que no ocurre en el caso de que la información sea no codificada o tácita (Foray y Lundvall, 1996; Saviotti, 1998).

Otra aproximación interesante a la economía de redes es la realizada por Michel Callon (Callon, 1991; Callon, et al., 1992), por medio de su aportación del concepto de red tecnoeconómica, cuya contrapartida metodológica ha inspirado, en parte, la confección de la empleada en este estudio. Aunque, posteriormente en el apartado 4.2.2 se describe más en extenso en qué consiste la metodología evaluadora basada en la red tecnoeconómica, aquí interesa introducir brevemente el concepto para poder entrever su potencial de aplicación. Callon define esta idea como un conjunto coordinado y heterogéneo de actores (laboratorios públicos, centros técnicos de investigación, empresas, organismos financieros, usuarios y autoridades públicas) que participan colectivamente en el desarrollo y difusión de innovaciones y que, a través de numerosas interacciones, organizan las relaciones entre la investigación científico-técnica y el mercado. Estas redes evolucionan a lo largo del tiempo en cuanto a sus integrantes, la forma en que se relacionan, la solidez de esas relaciones, así como el número de intermediarios que circulan entre los agentes que la conforman y que, a su vez, pueden adoptar diferentes formas tales como documentos escritos, habilidades incorporadas en el personal, dinero u objetos técnicos más o menos desarrollados. De forma estadística,

una red tecnoeconómica se puede caracterizar por los actores que la componen y los intermediarios que los actores ponen en juego, así como por las trayectorias particulares que siguen esos intermediarios. Desde esta definición, parece evidente predecir que dichas redes pueden adoptar diferentes formas y configuraciones que dependen de los actores e intermediarios que la configuran en cada momento y de las relaciones que pueden existir entre ellos.

Detrás de esa diversidad de configuraciones las redes están organizadas en torno a tres polos principales que, a su vez, se pueden distinguir por los actores que los componen y los intermediarios que esos actores ponen en circulación (o si se prefiere, por la naturaleza de su producción). Estos polos son:

- Polo científico: caracterizado fundamentalmente por la producción de conocimiento científico certificado que, generalmente toma la forma de artículos en revistas. Por lo tanto, los intermediarios suelen adoptar la forma de documentos, pero también de instrumentos y habilidades incorporadas en el personal.
- Polo técnico: se caracteriza por la concepción y desarrollo de objetos materiales capaces de proporcionar servicios específicos. Los intermediarios que aquí se reúnen pueden adoptar la forma de patentes, prototipos, normas, métodos, etc.
- Polo de mercado: se correspondería con el universo de usuarios. Hay que hacer la diferenciación de que aquí no se está hablando del mercado desde un planteamiento de economía neoclásica, sino con la descripción del estado de la demanda (identificación de los consumidores y la naturaleza de sus necesidades). En este polo, los usuarios ponen en circulación directa e indirectamente el dinero como principal intermediario. Por medio de las transacciones, ellos emiten información, más o menos explícita, de cuáles son sus necesidades y deseos.

No hay forma de identificar cada uno de estos polos con un conjunto completamente homogéneo. La dinámica del cambio científico y tecnológico, las invenciones tecnológicas y la manifestación de la demanda de una forma u otra son procesos que se entremezclan y en los que diferentes grupos de agentes se reúnen y forman alianzas, de modo que la idea de red vuelve a tomar forma en este tipo de agrupaciones, por lo que se podría hablar de red de igual manera que se ha hablado de

los polos descritos. No obstante sí que se puede apreciar un cierto proceso en el que, con el tiempo, los conocimientos generados por un polo son transformados en objetos técnicos que, si tienen éxito, finalizarán en el mercado. Para describir ese proceso que puede llevar años, es inevitable introducir dos nuevos polos que sirven para caracterizar el proceso de transferencia entre la ciencia y la tecnología. Desde luego son un gran número las organizaciones que se dedican a la transformación de la ciencia en tecnología y a poner en relación dichos ámbitos o polos. Por otro lado hay que tener en cuenta el polo del desarrollo, que consiste en la producción y distribución de actividades que yacen entre la tecnología y el mercado.

Una red tecnoeconómica tiene, por definición, una realidad dual: está caracterizada por los intermediarios que circulan en la red con sus trayectorias particulares pero, a la vez, se puede caracterizar por los agentes que emiten, consumen y transforman esos intermediarios. De los agentes que se agrupan en cada polo se pueden destacar los más importantes. Así, en el polo científico se encuentran fundamentalmente científicos e investigadores, en el tecnológico, tecnólogos e ingenieros y en el de mercado los usuarios. Por otro lado, dentro del polo entre la tecnología y el mercado se encontrarían las empresas y agentes de transferencia de tecnología. Estos últimos actores no se pueden asimilar a una clase de organización o institución. De manera tradicional, los científicos se suelen encontrar en las universidades o centros públicos de investigación; los ingenieros en centros técnicos o laboratorios privados y los usuarios aparecen generalmente encuadrados dentro de la última esfera del uso final de lo generado con el proceso. En realidad, esta imagen no es tan diáfana; lo normal es una mezcla entre los diferentes agentes y polos en los que se pueden encontrar, incluso llegando a aparecer en los tres a la vez. El concepto de la red tecnoeconómica ha sido diseñado precisamente para tratar con esos probables solapamientos lo que nos lleva a distinguir entre agentes y sus intermediarios por una parte y en las diferentes formas de organizarse que pueden adoptar esos agentes por otra. En este punto, el concepto de red tecnoeconómica se separa de su claro antecesor, el sistema de innovación, del que, como se mostrará a continuación, comparte grandes similitudes, para considerar más importantes las relaciones entre instituciones que las instituciones o los agentes. Para Callon, las relaciones entre instituciones o/y organismos son más importantes que las propias instituciones o/y organismos, los cuales, dentro del concepto de sistema de innovación aparecen en un mismo plano de importancia.

A partir de la definición de red tecnoeconómica se establece una tipología de redes con el objeto de permitir la evaluación de las actuaciones públicas en materia de

I+D. En primer lugar se hace la distinción entre las denominadas redes incompletas y las encadenadas: una red es *incompleta* cuando uno de los varios elementos o categorías de elementos descritos anteriormente está ausente o subdesarrollada. Puede que sigan existiendo ciertas relaciones pero éstas serán tenues y frágiles. Por el contrario se hablará de una red *encadenada* cuando todos los elementos se encuentran presentes y completamente estructurados. Asimismo, se debe hacer una diferenciación entre redes dependiendo del grado y fortaleza de las relaciones entre los agentes que la componen. De acuerdo con este criterio se distingue entre redes dispersas y convergentes. En las redes *convergentes*, las actividades de cada polo pueden entrelazarse fácilmente o, dicho de otra manera, cualquier agente de una red convergente puede, en cualquier momento, movilizar toda la red sin necesidad de incurrir en grandes costes de readaptación o decodificación. Por el contrario una red *dispersa* implica que un agente de la misma debe incurrir en esos costes para provocar el movimiento de otros agentes. Otra característica importante de las redes es su longitud. Se dice que una red es *larga* si, cualquiera que sea su grado de interactividad o convergencia, incluye actividades que van desde la investigación básica hasta los usuarios finales. Por el contrario, si no se produce esa secuenciación, diremos que la red es *corta*.

Esta tipología de redes resulta muy atractiva a la vista de un programa de fomento de la actividad en I+D, ya que permitiría establecer las relaciones entre los diferentes agentes que participan en el programa, el tipo de relación y el tipo de intercambios que se produce en las relaciones detectadas. El problema surge cuando el sistema sobre el que se intenta poner en práctica el modelo no presenta unas características de consolidación como para encontrar, en primer lugar, masa crítica que conforme cada uno de cinco polos descritos y, en segundo y más importante, capacidad entre los agentes para establecer relaciones, mantenerlas, alimentarlas y consolidarlas de forma que tenga sentido hablar de red tecnoeconómica y no de tan sólo acercamientos o aproximaciones entre agentes con carácter esporádico, puntual y transitorio. Posteriormente, cuando se pase a describir el entramado metodológico que se emplea para la evaluación de la actividad pública empleando el concepto de red tecnoeconómica, se profundizará sobre la idoneidad de aplicarla en el presente caso, pero ya, desde los planteamientos teóricos se hace patente una cierta dificultad para encontrar los elementos descritos y, sobre todo, las relaciones. Sin ánimo de anticipar resultados, baste añadir que para medir relaciones, obviamente, primero es preciso encontrarlas.

3.5. Los Sistemas Nacionales, Regionales y Sectoriales de Innovación: ¿un marco teórico útil para la evaluación de políticas públicas de I+D?

El marco teórico proporcionado por el concepto de Sistema de Innovación, ya sea de ámbito nacional, regional o sectorial, resulta muy atractivo para la evaluación estructural de una política pública. Más aún si dicha política fomenta la realización de actividades de I+D. La razón fundamental reside en las claras repercusiones, en relación con las estructuras y las instituciones, subyacentes al concepto de Sistema de Innovación.

Resultaría tentador tratar de hacer en este apartado una minuciosa descripción sobre el origen y evolución del concepto aludido pero, ciertamente, existen grandes monografías que se dedican a dicha labor y, por otro lado, tal descripción se escapa al objetivo marcado en este estudio. Por lo tanto, tan sólo se tratará de ofrecer unas pinceladas que sirvan de asentamiento a la evaluación de las políticas de I+D en el marco de un Sistema de Innovación. Tan sólo se quiere apuntar en este momento que dicho concepto se enmarca dentro de la teoría Evolucionista de la Economía, ya que, al igual que dicha teoría, la idea de Sistema de Innovación pone el énfasis en los procesos, la dinámica y la transformación (Malerba, 2002; Malerba y Orsenigo, 2002). Es decir, el aprendizaje y el conocimiento son los elementos claves que conducen los cambios en los sistemas económicos. Así, por contraposición a la teoría Neoclásica del comportamiento de los agentes racionales, el agente económico perteneciente a un Sistema de Innovación que se desarrolla en el seno de un mundo evolucionista, presenta una racionalidad limitada, lo que le lleva a actuar, aprender y buscar respuestas en un mundo cambiante y lleno de incertidumbre.

Retomando el hilo argumental, se puede indicar que existen ciertas discrepancias sobre el origen del concepto o idea, que no teoría, de los Sistemas de Innovación. Para lo que sí existe unanimidad es en su calificación como *idea, concepto o noción*⁷⁴. Así lo expresa Edquist (1997), en la que es considerada por muchos como una de las mejores monografías sobre el origen, evolución y estado actual del concepto que estamos manejando, cuando afirma que “aunque el enfoque de sistemas de innovación no se

⁷⁴ Se podría emplear cualquier otro sinónimo que denote el conocimiento o idea que se tiene de una cosa.

considera una teoría formal, su desarrollo se ha visto influido por diferentes teorías de la innovación” (Edquist, 1997: 5). Y se podría decir, que dicho enfoque ha bebido en las fuentes de teorías formales para llegar al estado de formalización actual. Así, hay que indicar que la *Teoría General de Sistemas*, enunciada por Ludwig von Bertalanffy en 1962 (Bertalanffy et al., 1978) indica y establece qué se entiende por *sistema*. Por otro lado, no se puede olvidar, y así nos lo recuerda Freeman (2002), que Friedrich List establece en su *Sistema Nacional de Economía Política*⁷⁵ los fundamentos de los Sistemas Nacionales, del papel de las instituciones en los mismos y de las relaciones que deben mantener los distintos agentes de una economía. De hecho, como afirma Freeman, “su libro bien pudiera haberse titulado El Sistema Nacional de Innovación,” ya que anticipaba buena parte de las preocupaciones que se reflejan en la actual literatura de los Sistemas de Innovación. Por lo tanto las bases de este concepto se forjaron hace bastante tiempo.

Prestando atención exclusivamente sobre el concepto de Sistema Nacional de Innovación, sí que es posible encontrar más consenso en señalar a Bengt-Åke Lundvall como la primera persona que empleó dicha expresión. Al menos, otro autor al que se le podría atribuir dicho honor, así lo reconoce: de acuerdo con Freeman (1995: 5), la primera ocasión en que se empleó este término fue en el título de la parte 5 del libro de Dosi et al. (1988)⁷⁶ por indicación de Lundvall. Pero el primer autor en emplear dicho término en un texto publicado se debe realmente a Freeman (1987). Posteriormente, en los años 90 se publicaron dos grandes libros sobre los Sistemas Nacionales de Innovación: el primero de ellos editado por Lundvall (1992) y el segundo por Richard Nelson (Nelson, 1993). En este segundo título, Nelson incluye una serie de estudios de caso sobre las características de los sistemas de innovación de diferentes naciones, quince en concreto, los cuales fueron escritos por diferentes autores, residentes en esas naciones, lo que provocó que el uso del término Sistema de Innovación recibiera diferentes interpretaciones. Por contra, el libro de Lundvall tiene un enfoque totalmente distinto, con una orientación mucho más teórica y desde el punto de vista de la experiencia recogida en una sola nación, Dinamarca. Como indica Edquist (1997: 4) una de las principales intenciones de este libro consiste en mostrar la necesidad de desarrollar una alternativa a la tradición impuesta por los economistas neoclásicos, para lo que introduce el aprendizaje interactivo y la innovación como centro del análisis.

⁷⁵ Dicho libro fue traducido en 1885, con posterioridad a la muerte de List, pero la fecha real en que fue escrito es 1841.

⁷⁶ Dicho libro es recordado por los estudiosos y autores más reconocidos de la Economía de la Innovación y del Cambio Tecnológico como “La Biblia Azul” en alusión al color de las cubiertas de la primera edición.

Del repaso de esta literatura fundamental es preciso extraer, en primer lugar, una definición de lo que se entiende por Sistema Nacional de Innovación. Inicialmente, para Lundvall, y en atención a ser considerado el primero en emplear dicho concepto, la definición sería *“el conjunto de todas las partes y aspectos de una estructura económica así como el entramado institucional que afecta al aprendizaje, la búsqueda y la exploración”* (Lundvall, 1992: 12). Lundvall sostiene que la definición del Sistema de Innovación debe permanecer general, sin que sea posible determinar y establecer claramente cuáles son las fronteras de dicho sistema. Quizás esta característica de amplitud y generalidad en la forma de definir el concepto es lo más destacable de la definición ya que, por un lado ofrece mucha flexibilidad de análisis pero por otro, limita en gran medida la consolidación del concepto y su consideración como teoría generalmente aceptada.

Una segunda definición la proporciona Nelson (1993) quien ofrece una enumeración de los elementos constitutivos de lo que él entiende por Sistema de Innovación. Para él, los *“modernos sistemas nacionales de innovación son institucionalmente complejos. Por un lado deben implicar a los actores institucionales y a las empresas privadas, pero a la vez, deben incluir instituciones como universidades, dedicadas a la generación de conocimiento tecnológico público, así como programas y fuentes de financiación de los gobiernos”*. Como se puede observar, en esta enumeración se mantiene el espíritu de la definición previa de Lundvall de dejar abierto el espectro de elementos característicos de un Sistema de Innovación.

En tercer lugar, se puede pasar a la definición que ofrece Freeman, para quien los Sistemas Nacionales de Innovación están constituidos por *“una red de instituciones pertenecientes tanto al sector público como privado, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías”* (Freeman, 1987). Una vez más, se constata que la definición permanece muy general y abierta.

Para terminar, Niosi et al. (1993) tratan de cubrir la laguna teórica existente y ofrecen la siguiente definición: *“Un Sistema Nacional de Innovación consiste en el sistema de interacción de empresas públicas y privadas (tanto pequeñas como grandes), universidades y agencias del gobierno cuya finalidad es la producción de ciencia y tecnología dentro de las fronteras nacionales. La interacción entre dichas unidades puede ser de tipo técnico, comercial, legal, social y financiero ya que la finalidad de las interacciones son el desarrollo, protección, financiación o regulación de la nueva ciencia y tecnología”*. Quizás ésta sea la forma más concreta en que, hasta ahora, se han definido

los Sistemas Nacionales de Innovación. Quizás este nivel de concreción sea incluso contraproducente para el término ya que, como parte integrante de la Teoría Evolucionista, los Sistemas de Innovación, así como sus elementos integrantes, evolucionan. Y restringir las definiciones implica restringir el análisis que se pueda llevar a cabo y, en consecuencia, limitar el alcance de los resultados que se obtengan.

En definitiva, los principales enfoques que se encuentran en la literatura de los Sistemas Nacionales de Innovación se centran, por una parte, en mostrar las experiencias internacionales sobre cómo se ha gestado, configurado y está evolucionando el Sistema de Innovación propio de una serie de naciones, a modo de estudios de caso (Nelson, 1993) y, por otra, en plantear el boceto de lo que podría ser una teoría con especial preocupación por la definición de conceptos y su plasmación en un ejemplo muy específico (Lundvall, 1992; Freeman, 1987) y con el que podría ser un desarrollo teórico inicial ofrecido por Niosi (Niosi, et al., 1993). Estos enfoques guardan en común la característica de no representar en ningún caso una teoría, situación que, de forma deliberada o no, se mantiene por la imposibilidad de consolidar un cuerpo teórico con robustez suficiente como para dar respuesta a situaciones concretas y, particularmente, las representadas por países en vías de desarrollo, en las que la representación de sus procesos de innovación difícilmente pueden ajustarse a un modelo de sistema.

Un segundo aspecto importante que conviene poner de manifiesto tras el repaso de esta literatura, es consecuencia de la derivación del concepto estudiado hacia un marco más específico, derivación que resulta especialmente interesante para el caso que se plantea en nuestro estudio. Esta concreción del término se ha producido básicamente en la década de los 90 y consiste en el estudio y análisis de los Sistemas de Innovación en dos ámbitos más específicos que el nacional. Nos estamos refiriendo a la diferenciación de los Sistemas de Innovación en Sistemas *Regionales* de Innovación por un lado, y Sistemas *Sectoriales* de Innovación por otro. Ambas derivaciones responden a planteamientos diferentes pero coinciden en compartir las atribuciones de todo sistema: es decir, los diferentes agentes y las relaciones entre ellos. La primera, trata de reconocer las especificidades de la región como territorio integrante de una unidad superior, que bien pudiera ser una nación y que el análisis de un Sistema de Innovación, a nivel nacional, no es capaz de poner de manifiesto. La segunda trata de remarcar lo específico que puede llegar a ser el conocimiento, los agentes y las relaciones que tienen lugar dentro de un sector concreto de la economía, pero ofreciendo una visión más amplia que

la definición que proporciona la Teoría de la Organización Industrial de ese determinado sector.

Pasando ahora a la primera derivación comentada, es posible hablar de varios autores que han escrito sobre las características y peculiaridades del análisis a nivel regional, de los sistemas de innovación, siempre partiendo de lo que entienden por región, como elemento peculiar y diferenciador del término definido. Así, para el profesor finlandés Erko Autio (1998) un Sistema Regional de Innovación es un sistema social compuesto de subsistemas que interactúan y que presentan unas ciertas peculiaridades consecuencia de, en primer lugar, su dependencia de la trayectoria⁷⁷ que han seguido las instituciones que lo integran. En segundo, de la especificidad del contexto al que se ha aludido, lo que impide que una determinada práctica sea igualmente eficiente si es sacada del contexto en que se implantó inicialmente. Y, por último, de sus características sistémicas, lo que implica que hay que tener en consideración todos los elementos y las relaciones entre ellos para poder entender el resultado final o Sistema Regional. La especificidad de la región, como entidad geográfica propia también es puesta de manifiesto por el profesor Cooke et al. (1997) para quienes también es importante remarcar la idiosincrasia cultural de la región en cuestión al afirmar que “las regiones han evolucionado por diferentes trayectorias a través de la combinación de fuerzas de carácter político, cultural y económico” y aluden al término “capital social de la región⁷⁸” para indicar que los elementos diferenciadores de esa porción de territorio muestra sus propias características que no pueden ser enteramente analizadas y comprendidas si se emplea un planteamiento nacional en el estudio. Estos autores también ponen el énfasis a la hora de diferenciar y analizar los Sistemas Regionales de Innovación, en las estructuras financiadoras, dependiendo de si éstas presentan una orientación hacia el mercado de capitales, en los créditos con una considerable regulación y control de los gobiernos, o en créditos con escaso control por parte de los gobiernos.

La segunda derivación planteada es de especial interés en este estudio, ya que éste se centra en el análisis de un sector concreto de la economía española. El planteamiento y estudio de los Sistemas de Innovación desde un punto de vista sectorial

⁷⁷ El concepto de path dependency (dependencia de la senda o la trayectoria) es introducido por los economistas evolucionistas para poner en evidencia que las características que puede presentar un sistema, un proceso, o una innovación dependen fuertemente de su pasado y de los condicionantes pasados que han forzado su surgimiento y evolución.

⁷⁸ El concepto de capital social, como se indicó en el apartado precedente, es introducido por el sociólogo Putnam (1993) para poner de manifiesto cómo el orden institucional propio de cada región, aún partiendo de planteamientos idénticos,

se debe, en primer término, al profesor italiano Franco Malerba y sobre su planteamiento se hará un repaso deliberadamente más en extenso. Para él, el ámbito sectorial ofrece una serie de puntos que contrastan fuertemente con la definición estándar de un sector. Así, la Teoría de la Organización Industrial se centra en establecer, en primer lugar, los límites del sector de forma estática y dada. En segundo lugar, se concentra en las empresas como el principal agente a tener en consideración, agentes que emplean tecnologías, factores de producción y técnicas similares, que proporcionan determinados bienes que satisfacen necesidades concretas de los clientes y que forman parte de un sistema de mercado en el que los intercambios, transacciones y decisiones de tipo estratégico son fundamentales para determinar los niveles de competitividad, cooperación e integración vertical del sector.

Por el contrario, Malerba (2004) resalta una serie de puntos alternativos que dan forma al concepto de Sistema Sectorial de Innovación. En primer lugar, este autor presta especial atención al conocimiento y su estructura como elemento clave de un sistema sectorial: la base de conocimiento de cada sector es, muy posiblemente, diferente, lo que afectará a las actividades de innovación, la organización y, en general, el comportamiento de las empresas de un sector. En segundo lugar, Malerba centra su idea en aspectos de la empresa tales como los procesos de generación de conocimiento, competencias, comportamiento y organización. El énfasis que se pone sobre el grado y determinantes de la heterogeneidad de los agentes y la variedad de comportamientos y formas de organización dentro de los sectores, son característicos del enfoque de sistema sectorial. En tercer lugar, da gran importancia a las relaciones y complementariedades a nivel de factores de producción y niveles de demanda. Estos tipos de interdependencias y complementariedades definen, para Malerba, las fronteras reales de un sistema sectorial. En cuarto lugar, pone el énfasis en las organizaciones “no empresariales” tales como las universidades, instituciones financieras, gobiernos, autoridades locales, así como en las “reglas del juego” que determinan el funcionamiento de los mercados laborales. Estos tipos de organizaciones son muy diferentes entre sectores, y ciertamente influyen sobre los procesos de innovación y las actividades productivas de las empresas. En quinto lugar, se presta especial atención sobre las relaciones entre agentes, quienes se ven envueltos en relaciones de mercado y no mercado. Como consecuencia, la demanda está compuesta por agentes con atributos y conocimientos específicos que se relacionan con la oferta de formas diferentes. En sexto y último lugar, el sistema sectorial de

deriva hacia un orden propio y característico debido a rutinas y hábitos propios de la sociedad en la que es instaurado y

innovación se centra en la dinámica y transformación de los sectores. En particular, se tratan de enfatizar los procesos de co-evolución en los que se ven involucradas empresas, organizaciones no empresariales, el conocimiento la tecnología y la demanda. Desde esta perspectiva, se reconoce que las fronteras nacionales, regionales o locales son de importancia variable dependiendo del sector que se está analizando.

En numerosas ocasiones un sistema sectorial está claramente localizado en un área que determina una gran especialización del mismo. En otras ocasiones las fronteras que resultan relevantes son de nivel global. Debido a estos condicionantes geográficos resulta de especial interés el análisis de los sistemas de innovación desde una perspectiva sectorial. En el caso en el que este estudio se ocupa, el sector de la Alimentación, Bebidas y Tabaco, presenta una serie de peculiaridades que hacen que su consideración, desde un punto de vista nacional, resulte confuso e incluso erróneo.

Para terminar de hablar de este par de derivaciones que se han presentado dentro de la literatura de los Sistemas de Innovación en los últimos años, hay que indicar que su interés radica en la complementariedad que presentan y el mayor rigor que puede proporcionar el análisis bajo este enfoque si tenemos en cuenta las características regionales y las peculiaridades de los sectores.

En el caso concreto que se pretende analizar en este estudio, el uso del concepto de Sistema Sectorial de Innovación resulta adecuado por los siguientes motivos:

- Como se tratará de reflejar al mostrar las peculiaridades del Sistema alimentario de innovación en España, éste se caracteriza por la presencia de agentes económicos heterogéneos que se muestran relacionados entre sí por medio de lazos de mercado, pero también por otro tipo de lazos que nada tiene que ver con los mercados.
- De los agentes que integran el Sistema Sectorial, las empresas se caracterizan por su especialización en términos de mercado, de tecnologías en uso y de organización. Estos aspectos han sido puestos en evidencia en extenso por la literatura evolucionista de la empresa (Nelson y Winter, 1982; Dosi, et al., 1998; Malerba, 1992; Teece y Pisano, 1994,

Metcalfe, 1998; entre otros). En consecuencia, parece un marco conceptual adecuado para emplear en el caso concreto que nos ocupa.

- Por último, y quizás más importante, el análisis que se pretende realizar se centra en el estudio de las relaciones: de su existencia, origen, motivación, durabilidad y mantenimiento. La teoría de sistemas y el concepto de Sistema de Innovación enmarcado en la Teoría Evolucionista permite el estudio de las relaciones entre agentes económicos, ya que son consideradas la esencia del mecanismo de generación de conocimiento y, por ende, del desarrollo.

Ciertamente, el estudio de las relaciones entre agentes económicos va más allá del análisis de la estructura organizativa entre una serie de instituciones diferentes, lo que bien podría estudiarse bajo un marco de teoría de Organización Industrial. Por el contrario, el concepto de Sistema de Innovación, tal y como ponen de manifiesto los diferentes autores citados en este apartado, considera las relaciones como la clave del estudio y análisis de la generación de conocimiento, su difusión en la economía y su aprovechamiento para impulsar el desarrollo económico de un determinado territorio.

Este análisis también se puede llevar a cabo bajo diferentes modelos de Sistema de Innovación. En el caso de España la literatura especializada ha mostrado dos tendencias básicas bajo las cuales se puede llevar a cabo su estudio y análisis. En las siguientes líneas se van a repasar ambas tendencias en relación con sus características y se expondrán las razones por las que se ha decidido emplear en este estudio una y no la otra.

Se puede decir que surgen de forma paralela, aunque el primer modelo aparece publicado por primera vez en 1996. Éste es el que impulsan Fernández de Lucio y Conesa (1996) desde el Centro de Transferencia de Tecnología de la Universidad Politécnica de Valencia. La alternativa es propuesta por la Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica y aparece publicado por primera vez en 1997 bajo el formato de documento de trabajo (COTEC, 1997) y, posteriormente, en 1998 como monografía (COTEC, 1998). A continuación se muestran las características de este segundo modelo que, desde su primera aparición, ha venido siendo utilizado para analizar los sistemas de innovación de varias regiones españolas (COTEC, 2001). En primer lugar hay que indicar que, si bien se trata de un modelo de análisis de los sistemas de innovación, sus características formales no permiten incluirlo dentro de lo que se considera una definición

formal de sistema. Como se ha mencionado precedentemente, todo sistema queda definido por los elementos que lo integran y por las relaciones entre dichos elementos. En este modelo aparecen los elementos en los que Cotec considera que se debe centrar el análisis, pero se echa de menos la presencia de las relaciones entre dichos elementos. Así, para Cotec, la caracterización de un sistema de innovación se circunscribe exclusivamente al análisis del papel desarrollado por *las administraciones públicas, las infraestructuras de soporte a la innovación, el sistema público de I+D, las empresas y el entorno*. Ciertamente, el carácter que ostenta Cotec de fundación creada por empresarios con el objeto de impulsar la innovación en las empresas, hace que su modelo gire entorno a la empresa como eje central del análisis. Ciertamente ese es el espíritu que se deja traslucir en las definiciones de sistema de innovación ofrecidas por Lundvall, Freeman o Nelson. Pero no es menos cierto que en esas definiciones se indica de forma muy explícita que el análisis y caracterización de un sistema de innovación pasa por estudiar el tipo y forma en que se relacionan sus agentes integrantes. Quizás, uno de los motivos por los que este concepto no ha logrado alcanzar el rango de teoría es precisamente la dificultad de determinar y analizar objetivamente dichas relaciones. Éste ha sido precisamente el objetivo de muchos estudiosos de los sistemas de innovación en el intento de consolidar el concepto y elevarlo al rango de teoría⁷⁹. Por lo tanto, la falta de las relaciones como parte del modelo es el principal motivo que aquí lleva a desecharlo.

El otro modelo que ha recibido más impulso en España y que se empleará como base de este estudio, se debe a Fernández de Lucio et al. (1996) que, a su vez, se inspira en el denominado “triángulo de Sábato”⁸⁰ (Sábato y Botana, 1968). Aunque la inspiración teórica la recibe de Sábato, el impulso definitivo para su desarrollo se lo da la experiencia acumulada en el trabajo desarrollado por los responsables de dos Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRI)⁸¹ a lo largo de más de 10 años de funcionamiento: la una dentro de la Universidad Politécnica de Valencia y la otra en el seno de la delegación del CSIC en la Comunidad Valenciana. En este modelo se encuentran, de acuerdo con la definición de sistema, tanto los elementos como las relaciones entre ellos como base del mismo. En relación con los elementos, la principal

⁷⁹ Incluso el propio Lundvall actualmente duda de la idoneidad del concepto y se plantea alternativas más aptas para lograr una mayor formalización de las ideas y consolidar un cuerpo teórico, actualmente inexistente.

⁸⁰ El modelo de Sábato y Botana ha inspirado igualmente otro modelo ampliamente extendido y que es comúnmente conocido como la “Triple Hélice”, que se debe a Hetzkowitz y Leydesdorff (2000; 2001).

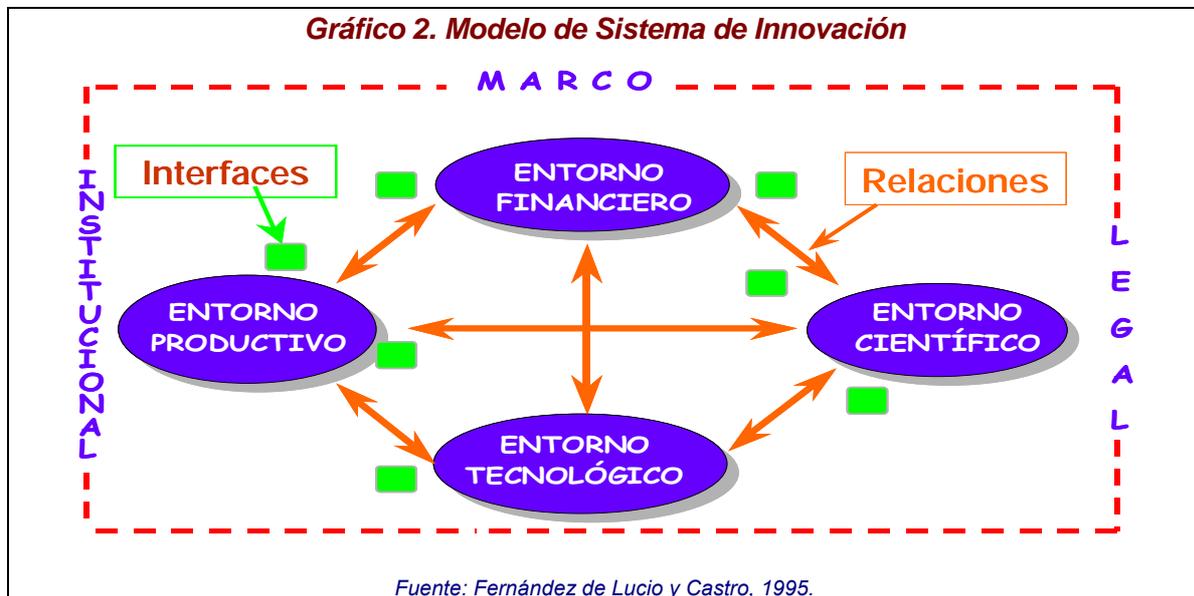
⁸¹ Las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRI) se constituyeron en una red (red OTRI/OTT) como elemento *articulador* y *dinamizador* del sistema de innovación. Esta idea ya fue impulsada por los autores del modelo con anterioridad a la publicación del mismo. El origen y papel de dicha red se explicará en extenso posteriormente.

diferencia con respecto al modelo impulsado por Cotec, surge nuevamente de las características propias de la institución en la que se crea el modelo. Las OTRI se encuentran integradas dentro de Centros Públicos de Investigación, por lo tanto el centro de gravedad del modelo cambia y pasa de estar claramente focalizado en las empresas a distribuirse de forma más homogénea entre los diferentes elementos del modelo. Quizás, en la modelización llevada a cabo por los autores, se deja traslucir la idea impulsada por Lundvall de considerar el concepto de sistema de innovación como un motor de generación, difusión y uso de nuevo conocimiento económicamente aprovechable, independientemente de quien lo crea, difunde o usa. La segunda diferencia surge del tipo de elementos considerados en el análisis. Los principales elementos quedan agrupados en cuatro *entornos*⁸² (Fernández de Lucio y Castro, 1995) que sirven para reunir agentes con características similares (Gráfico 2). Así, se habla del *entorno productivo*, donde se agrupan empresas productoras de bienes y servicios; el *entorno científico*, que agrupa a los centros públicos y privados de investigación; el *entorno financiero* en el que se encuentran integrados tanto las instituciones financieras como la administración pública en su papel financiador de la I+D; y por último el *entorno tecnológico*, que constituye otra de las aportaciones de este modelo y bajo el que se reúnen a centros e institutos tecnológicos, empresas de consultoría e ingeniería, así como de servicios avanzados⁸³. Conviene detenerse mínimamente en la caracterización de este entorno, ya que la comprensión de su papel en el modelo de sistema de innovación descrito, permite entender el potencial del mismo. El que los agentes integrantes de dicho entorno sean fundamentalmente entidades dirigidas por empresarios con un alto grado de formación, permite reducir las distancias entre el entorno productivo, centrado en la producción de bienes y servicios y la generación de beneficios, y el científico, dedicado a la generación de conocimiento cuya aplicabilidad no siempre resulta evidente para un empresario. El nivel de formación que se observa entre los agentes del entorno tecnológico les permite percibir el valor de ese conocimiento sin perder de vista el objetivo último de una empresa, lo que ayuda a transferir esos conocimientos e introducirles las modificaciones

⁸² En origen, dicho modelo contaba con un quinto entorno, el de usuarios, donde se agrupan los agentes sociales tales como sindicatos, prensa especializada y asociaciones de consumidores. Pero la falta de información sobre sus integrantes, en relación con los procesos de generación de I+D e innovación, hizo desestimar su inclusión definitiva.

⁸³ La caracterización de este entorno es la más compleja debido a que algunos de sus integrantes no dejan de ser empresas en el sentido de tener una finalidad lucrativa. Su consideración como entorno con carácter propio se debe al papel difusor de tecnologías (y en algunos casos, de conocimiento aplicable, como el proporcionado por las consultoras) de los integrantes del mismo.

necesarias para proporcionarles un valor adicional, de forma que éste sea claramente percibido por el empresario o usuario final de esos conocimientos⁸⁴.



Asimismo, en el modelo se representan las denominadas “estructuras de interfaz” o elementos del sistema que, aún no siendo elementos activos de los procesos de innovación, su papel ayuda a poner en comunicación de forma más fácil a los agentes de los cuatro entornos anteriores. Por último, el modelo recoge las relaciones que se supone que deben producirse entre los diferentes entornos, del mismo modo en que List (1841) ya reconocía la necesidad de poner en comunicación la industria con instituciones del ámbito de la ciencia y la educación al objeto de favorecer el desarrollo de la nación (Freeman, 2002). Todo ello tiene lugar en el seno de un marco legal e institucional que da forma a las relaciones e igualmente caracteriza a los agentes integrantes de los entornos.

Otra característica que sobresale en este modelo es la inclusión de las estructuras de interfaz como partes integrantes del sistema. Dichas estructuras, como se indicó precedentemente, no se pueden calificar de “sujetos activos” del proceso de

⁸⁴ Existen en España dos claros ejemplos del potencial que encierra dicho entorno. Por un lado la red de institutos tecnológicos de la Comunidad Valenciana, Red IMPIVA, que, durante sus años iniciales ejerció un papel impulsor y difusor de los conocimientos generados en los centros de investigación de la región, facilitando su aplicación por numerosas empresas, lo que redundó en el incremento de competitividad de las mismas. Otro tanto se puede decir de los institutos tecnológicos radicados en el País Vasco, que han conformado un entorno con un gran potencial en la región de Mondragón. Aunque con orígenes e impulsos diferentes, son dos ejemplos del papel que dicho entorno puede ejercer en un sistema de innovación.

innovación en el sentido de que no son imprescindibles para que éste tenga lugar. Por el contrario, se demuestra con su inclusión en el modelo (y no se puede olvidar que está basado en la experiencia y observación del proceso de innovación), que actúan como agentes “catalizadores”⁸⁵ que ayudan a poner en comunicación entornos que sí son esenciales en el proceso de innovación⁸⁶. Dichas unidades aparecen extensamente descritas y caracterizadas en Fernández de Lucio y Conesa (1996) y Conesa (1997), en donde se ofrece una tipología de las mismas dentro del Sistema Español de Innovación. Sí conviene indicar en este punto la importancia del papel que desempeñan dichas unidades dentro del modelo descrito. Como se indicó precedentemente, el Plan Nacional de I+D consideró desde su inicio, como una de las prioridades del mismo, el fomento de las relaciones entre los diferentes agentes, principalmente entre las empresas y los centros públicos de investigación. A nadie se le escapa la distancia existente entre el mundo científico y el empresarial en términos de operatividad y agilidad de respuesta ante cambios en las circunstancias. Ello provoca que las relaciones entre ambos, cuando se dan, resulten complejas y, en numerosas ocasiones, se generen fuertes tensiones. Las estructuras de interfaz aparecen al amparo del Plan Nacional de I+D como unidades de apoyo a los integrantes de los diferentes entornos con objeto de disminuir esas fricciones y suavizar el proceso de establecimiento de la relación. De ahí la importancia que tienen en el marco del Sistema de Innovación y el papel preponderante que se les otorga en el modelo descrito, papel que, desde el punto de vista de este estudio, se revelará como clave para que surjan relaciones dentro del Sistema Alimentario de Innovación.

El marco teórico descrito resulta muy tentador a la hora de aplicarlo, ya que proporciona un papel preponderante no sólo a las instituciones, sino a las relaciones y a la gestión, elementos ambos que la economía neoclásica ha obviado en su análisis de la realidad económica, en cualquiera de los ámbitos posibles. Pero, ¿cuáles son los resultados que se pueden esperar con su aplicación? ¿El análisis de la realidad económica bajo este prisma ofrece soluciones novedosas a problemas endémicos? Quizás este enfoque, tomado aisladamente, sólo ofrezca un conjunto de buenas intenciones que difícilmente pueden ser tenidas en cuenta como herramienta de análisis y

⁸⁵ Se ha empleado este sinónimo ya que refleja con bastante exactitud la función de este tipo de unidades: facilitan el establecimiento de relaciones entre agentes de entornos diferentes sin que sean una parte activa en el desarrollo de la posterior relación.

⁸⁶ Expresado en términos matemáticos, se puede decir que la existencia de las estructuras de interfaz son condición suficiente pero no necesaria para el correcto funcionamiento del proceso de innovación de acuerdo con este modelo de sistema.

observación de la realidad⁸⁷, pero si se combina con otras corrientes de pensamiento económico, de las cuales no se encuentra tan distante, es posible encontrar un marco más general y más robusto para poder someter la realidad a un análisis con una mayor solidez en sus resultados. Así, Daneke (1990) establece una serie de lazos entre la teoría evolucionista (desde la aplicación a la economía de la teoría general de sistemas) y las corrientes de pensamiento económico más asentadas como la Economía Institucional. Este autor indica cómo otros autores que, por tradición y formación, podrían ser catalogados como neoclásicos, tales como Oliver Williamson o Richard Lipsey, se han visto atraídos por el potencial que ofrece la teoría de sistemas en conjunción con el institucionalismo para combinarlas con las bases neoclásicas y sus conceptos y es posible observar cómo una de las obras más celebradas de Nelson y Winter (1982) ha propiciado la introducción de cambios en la modelización neoclásica de los agentes a través de la aplicación de la evolución neo-schumpeteriana en la argumentación de los modelos y en la explicación del comportamiento de los dos agentes neoclásicos por antonomasia: el consumidor y la empresa.

En definitiva, las corrientes de pensamiento y los planteamientos teóricos que surgen a partir de la Teoría Neoclásica y su “oponente” Estructuralista-Evolucionista, quizás no resulten tan distantes como aparentemente pueda parecer y, en consecuencia, se puedan generar modelos o conceptos, compartidos por ambas, que permitan ofrecer una mayor solidez a los análisis que pretendemos realizar sobre el comportamiento de los agentes económicos en relación con los procesos de innovación y cambio tecnológico.

⁸⁷ Si adoptamos el papel de un economista neoclásico, es evidente que este marco conceptual no aporta soluciones analíticas robustas, tan sólo apreciaciones y descripciones, que matemáticamente carecen de toda validez y no pueden ser perpetuables ni son susceptibles de transformarse en principios o teorías, al modo en que se entiende desde un planteamiento neoclásico.

4. LOS PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE I+D

Hasta ahora se han presentado los diferentes enfoques teóricos que se encuentran en la literatura en relación con diversos marcos conceptuales bajo los cuales se puede llevar a cabo la evaluación de una política pública de I+D, así como las características más sobresalientes de dichos enfoques. También se han mostrado cuáles son las características que se observan en la aplicación de dichos enfoques sobre situaciones reales en relación con los resultados observables, y las aproximaciones que se obtienen sobre variables que se consideran críticas. Ello ha proporcionado una idea de la distancia existente entre lo que la teoría predice como observable y lo “elástica” que es la realidad con respecto a esa teoría, dejando al descubierto el “hueco” existente entre teoría y evidencia empírica o, quizás, revelando las carencias de las teorías a la hora de ofrecer una interpretación adecuada de la realidad y de dar respuesta satisfactoria a las situaciones que ésta plantea.

En este capítulo se pretende ofrecer una visión más próxima a las herramientas y métodos empleados para analizar esa realidad, y se centra deliberadamente en aquellos enfoques metodológicos que descansan en las bases de la teoría estructuralista-evolucionista. La razón es poner de manifiesto las diferentes formas y metodologías que se han adoptado para alcanzar un mismo objetivo: tratar de resaltar en la evaluación el valor de las relaciones entre los agentes. Con ello, se persigue subrayar lo singular y complejo que resulta valorarlas y cómo, en muchas ocasiones, el método a emplear dependerá de las circunstancias en las que tengan lugar las relaciones estudiadas. Con ello no se pretende defender el uso de una metodología ad-hoc para cada situación concreta, lo que conduciría irremediablemente a la imposibilidad de establecer una teoría (ya que no habría una metodología común a aplicar bajo dicha teoría), sino que se intenta poner de manifiesto lo incipientes que resultan las metodologías diseñadas hasta la fecha para la valoración, medición y evaluación de las relaciones, lo cual es un acicate para la continuación en el estudio, diseño y aplicación de métodos de análisis de las relaciones y, por añadidura, de la articulación fomentada por una política pública sobre un sistema de innovación.

Antes de pasar revista a las diferentes metodologías y enfoques que se han desarrollado en la evaluación de las relaciones, quizás resulte de utilidad mostrar una

serie de características a las que la evaluación de las actividades de I+D e innovación se debe enfrentar debido, fundamentalmente, a las características especiales que rodean y definen a dichas actividades. El factor de incertidumbre que rodea y resulta en todo momento inherente a estas actividades, así como las diversas modalidades en que se puede obtener el resultado de las mismas, complican en gran medida la posibilidad de predecir el futuro de la intervención política en materia de I+D e innovación. En consecuencia, parece necesario tener este hecho en cuenta para poder afirmar que la valoración y evaluación de estas actividades no tiene por objeto el prever los futuros beneficios que se pueden generar con la aplicación de una determinada política o determinar las prioridades en las futuras intervenciones. La observación del impacto de una política de apoyo a la I+D no supone que dicho impacto será idéntico en el futuro, si la misma política se sigue aplicando. La literatura que caracteriza las actividades de I+D e innovación han puesto claramente de manifiesto que dicha actividad es fuertemente dependiente del contexto en el que tiene lugar, el cual, a su vez, está determinado en gran medida por el entramado institucional y el marco legal bajo el cual se desarrolla la actividad de dichas instituciones.

El avance que se ha producido en los últimos años en el diseño de metodologías de evaluación de políticas públicas resulta evidente al tratar de poner en una página la bibliografía relacionada. Por lo tanto, tan sólo se pretende aquí indicar aquellas referencias que resultan clave para entender la evolución experimentada por el empleo de unas y otras metodologías y, a continuación, repasar aquellas en las que este estudio está basado más claramente al desarrollar la propia. En este sentido hay que indicar, en primer lugar que la revista "Research Policy", dedicada a publicar trabajos relacionados con la Economía del Cambio Tecnológico desde hace ya cuatro décadas, publicó en 1989 un número monográfico editado por David Roessner (1989) sobre la Evaluación de los Programas de Innovación de los Gobiernos, en el que se hace un especial repaso de las diferentes metodologías al uso para la evaluación de dichos programas. En concreto Meyer-Krahmer y Montigny (1989) repasan las metodologías en uso dentro de la Unión Europea. Otra revista especialmente dedicada a la evaluación de la investigación, Research Evaluation en el año 2000 dedica un número especial a las metodologías de evaluación y seguimiento de la investigación y la educación superior, editado por Susan Cozzens y Tim Turpin (2000). Por otro lado, y como se ha indicado ya antes en este trabajo, Gibbons y Georghiou (1987) llevan a cabo un estudio y comparación de las metodologías empleadas en la OCDE y, más recientemente, la propia Unión Europea ha desarrollado una página web denominada "RTD Evaluation Toolbox: Assessing the

Socio-Economic Impact of RTD Policies"⁸⁸ (European Commission, 2003) que será acompañada de un libro editado por Polt y Rojo (2004) con lo que se pone de manifiesto el continuo interés de este organismo por potenciar el desarrollo y las buenas prácticas metodológicas en la evaluación de las políticas públicas de apoyo a la I+D.

Las metodologías que aquí se van a presentar, responden a planteamientos teóricos que, en mayor o menor medida, parten de la teoría estructuralista-evolucionista, pero es preciso indicar que, en función del objetivo que se persigue evaluar, la metodología y, en consecuencia, el enfoque teórico estricto bajo el cual se llevará a cabo la aplicación de dicha metodología puede variar. Es decir, no podemos afirmar que exista ni una metodología estándar ni que la aplicación de cualquier metodología sea adecuada para todos los casos y bajo cualquier circunstancia. Es esta una de las principales características que, en todo momento, se ha pretendido poner de manifiesto en relación con la evaluación de las políticas públicas de apoyo a la I+D: la complejidad de llevarlas a cabo y la especificidad de los métodos para acometer la tarea.

En los siguientes subapartados se muestran las diferentes metodologías de evaluación socio-económica que, de alguna manera, tienen en cuenta factores de tipo estructural a la hora de ser aplicadas. Con ello, se persigue cubrir un doble objetivo. Por una parte, limitar el gran espectro metodológico existente en relación con la evaluación de una política. Espectro que, como se mostró en el capítulo 3 de este trabajo, comienza por las evaluaciones básicamente de corte económico, en las que se emplean métodos del tipo *análisis coste-beneficio* y que, como se puso de manifiesto, no son capaces de recoger los atributos particulares del objeto evaluado: la I+D. De todos modos, se podrá apreciar cómo algunas de las metodologías aquí recogidas tienen bastantes características en común con ese tipo de métodos estrictamente cuantitativos, ya que el recurso a la cuantificación suele proporcionar una salida airosa, tanto para el que lleva a cabo la evaluación como para el que debe emplearla posteriormente a la hora de reorientar la política concreta que se ha evaluado. Pero además, se quiere centrar este apartado metodológico sobre aquellas que más han influido en el diseño del posterior enfoque aquí empleado que, ciertamente descansa sobre bastantes de los aspectos formales que presentan las que se describen a continuación. Por ese doble motivo se han distribuido las metodologías en dos grandes grupos en función de su mayor o menor contenido cuantitativo en su aplicación, sin que con esta diferenciación se pretenda

⁸⁸ La traducción de dicha página web podría a ser: "Caja de herramientas para la evaluación de la I+DT: valoración de los impactos socio-económicos de las políticas de I+DT".

separar claramente unas metodologías de otras. Muy al contrario, la mayoría de las metodologías y, particularmente, las aquí expuestas, presentan características tanto cuantitativas como cualitativas. La diferencia a la hora de encuadrarla en una categoría u otra produce el peso de esas características en el conjunto de la metodología.

4.1. Metodologías de corte Cuantitativo

Dentro del amplio espectro de metodologías que se elaboran en torno a las técnicas cuantitativas, es conveniente hacer una especial referencia a aquellas que adoptan un enfoque macroeconómico, que permita poner de relieve toda una serie de características de amplio espectro que sólo se pueden generalizar si adoptamos ese punto de vista, puesto que al descender a un planteamiento más particular impide ese nivel de generalización y conlleva una particularización en el empleo de métodos y técnicas. Además, en consideración al enfoque de Sistemas de Innovación adoptado en este trabajo, y como ponen de manifiesto Capron et al. (2004), este enfoque económico, “que recoge la consideración de una amplia cantidad de actores y mecanismos de retroalimentación, ejemplifica bastante bien las dificultades y retos a los que se debe enfrentar la comunidad evaluadora” (Capron, et al. 2004:52). Nuevamente, conviene recordar que la dificultad por desarrollar una metodología ampliamente aceptada para la evaluación de la intervención pública en materia de I+D se deriva fundamentalmente de la naturaleza y atributos propios que presenta dicha actividad: la naturaleza intangible de la ciencia y la tecnología, los riesgos e incertidumbres que envuelven al proceso de la I+D, los lagunas temporales que transcurren entre la intervención propiamente dicha y la generación y observación de los efectos e impactos producidos, la gran diversidad de formas en que se pueden manifestar los resultados y los continuos cambios de patrón en la ciencia y la tecnología. Todas estas peculiaridades conllevan la particularización de las metodologías y técnicas de evaluación de esta actividad.

Con este objetivo, desde la Unión Europea se ha estado impulsando la generación de “buenas prácticas” de evaluación de la actividad pública en apoyo de la I+D a consecuencia de las importantes cantidades de fondos destinados a tal actividad a través de los sucesivos Programas Marco. Por ello, se han creado diferentes grupos de trabajo de los que recogemos a continuación, el trabajo del ETAN Expert Working Group, como el más destacado.

La perspectiva supranacional que, necesariamente, ha debido adoptar este grupo, conlleva el diseño de metodologías desde un nivel macroeconómico. El motivo de considerar la metodologías desde este punto de vista más macro se debe a que parte de las intervenciones en materia de I+D tienen su origen en un nivel de observación micro, pero los efectos sólo se pueden observar a nivel macro, como pone de manifiesto el ETAN Expert Working Group (1999). Así, el Cuadro 3 recoge algunos de los efectos que tienen su origen a nivel microeconómico pero cuya observación se debe producir a un nivel macroeconómico.

Cuadro 3. EFECTOS DE CARÁCTER MACRO ORIGINADOS AL NIVEL MICRO

- Efecto de los proveedores (consecuencia de las relaciones usuario-productor)
- Efecto multiplicador (los salarios que se pagan inducen nuevos gastos, que condicionan el desarrollo y el crecimiento de los ingresos)
- Retornos sociales (la naturaleza *no rival* de la investigación contribuye a expandir la base de conocimiento común accesible a otros)
- El efecto de complementariedad de la intervención pública sobre la inversión privada
- El efecto de la intervención pública directa sobre la competitividad de las empresas (empresas apoyadas frente a las no apoyadas)
- Efectos sobre la economía debidos a la financiación de la intervención pública (carga de impuestos)

Fuente: adaptado de ETAN (1999)

Con carácter general la evaluación desde un punto de vista macroeconómico de los efectos debidos a la intervención pública en materia de I+D resulta más compleja que desde un punto de vista microeconómico. Desde los planteamientos macro, la dirección de causalidad entre las variables analizadas resulta más ambigua, lo que conlleva el problema de simultaneidad entre variables. Esto se puede resolver parcialmente con el uso de técnicas econométricas de estimación adecuadas. Pero el problema se agrava cuando el objetivo de la evaluación de los impactos provocados por un programa concreto son de difícil cuantificación o resultan claramente intangibles, sobre todo cuando dicho programa sólo es una parte del conjunto completo de la intervención pública.

En resumen, la evaluación de los impactos a nivel macroeconómico es un área compleja en la que se han desarrollado numerosas metodologías y técnicas con una base fundamentalmente cuantitativa y que, en función de los objetivos perseguidos con la evaluación, adopta una forma u otra. A continuación se muestra un breve resumen de estas formas para, posteriormente, proceder a describir en profundidad aquellas

metodologías que han servido, en mayor medida, de inspiración en el diseño de la que aquí se ha confeccionado para evaluar la articulación fomentada con el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos sobre el Sistema alimentario de innovación en España.

4.1.1. Enfoque de BETA

Dentro de un instituto europeo sobre estudios en Economía, localizado en la Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo, el Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (BETA), se ha conformado un grupo de evaluación de políticas públicas, que ha desarrollado una metodología de aplicación sobre las políticas públicas de I+D y ha llevado a cabo varias evaluaciones sobre programas europeos. Este grupo ya tiene una cierta consolidación, ya que lleva realizando evaluaciones de este tipo de programas desde 1980, en que comenzó un largo proyecto de evaluación de la Agencia Europea del Espacio, proyecto de evaluación que se ha ido prolongando hasta el año 2000. La metodología aplicada por este grupo está dirigida fundamentalmente a programas de apoyo a actividades de I+D parcial o totalmente financiados con dinero público y, consecuentemente, dichos programas presentan las siguientes características comunes:

- El programa generalmente está constituido por proyectos.
- Hay un acuerdo explícito sobre el objetivo de cada proyecto, que es expresado en términos técnicos y posiblemente económicos.
- El programa tiene una duración limitada.
- Las empresas aparecen involucradas, posiblemente en cooperación con las universidades o laboratorios de investigación.
- Obviamente, la actividad de I+D debe ser llevada a cabo por alguno de los participantes.
- La evaluación se limita a los participantes en el programa, por lo que se evaluará el impacto económico (o los efectos económicos) generados por esos participantes y que sólo les afectan a ellos.

Este enfoque está basado en uno de corte microeconómico en que los efectos de tipo económico son identificados, cuantificados en términos monetarios a nivel del

participante y, posteriormente, agregados. Ello implica que suele ser preciso construir una muestra representativa de los participantes sobre la que se lleva a cabo un proceso de investigación de forma que la identidad y el anonimato quedan salvaguardados.

De forma general, este enfoque lo que persigue es, por una parte, proporcionar una mínima estimación de los efectos y, por otra, permitir una mejor comprensión de la forma en que se generan esos efectos y, con carácter genérico, cómo son producidos los procesos de innovación a través de estas políticas y cómo producen valor económico. Pero el análisis más pormenorizado de la metodología nos permite entender cuál es el alcance que se le puede dar a este tipo de evaluaciones.

En primer lugar hay que indicar que esta metodología distingue entre dos tipos de efectos: directos e indirectos. Los primeros hacen referencia a los que se refieren directamente con los objetivos de los proyectos evaluados, ya que fueron definidos al principio de cada proyecto. Así, por ejemplo, si el objetivo de un proyecto consiste en desarrollar un nuevo producto o familia de productos, las ventas derivadas de esos nuevos productos o familias serán considerados efectos directos. Si se traslada este planteamiento a situaciones en que se evalúan proyectos con una orientación hacia la investigación básica, se considerarán efectos directos la aplicación del nuevo conocimiento o de las nuevas tecnologías en el sector previsto al comienzo del proyecto. En este caso se puede producir un incremento en el número de efectos directos ya que los campos de aplicación en los proyectos de carácter más básico se suelen definir generalmente de forma más amplia.

Por lo que se refiere a los efectos indirectos, éstos son los que van más allá del alcance previsto en los objetivos del proyecto. Con carácter general este tipo de efectos son los que se producen por el uso de los conocimientos adquiridos durante la vida de un proyecto o los derivados de las actividades de los participantes no directamente relacionadas con el proyecto. En definitiva, cualquier tipo de aprendizaje que lleve aparejado la generación de cualquier tipo de conocimiento, será tenido en cuenta: tecnológico, organizativo, de red, de gestión, industrial, etc. Esta es la característica esencial de esta metodología ya que, con ello, se proporciona una visión extremadamente detallada de cómo la actividad de I+D llevada a cabo en el marco de una política pública, ha influido y afecta los procesos de aprendizaje de los sujetos que han tomado parte.

Ya que los efectos indirectos representan la principal característica del enfoque desarrollado por BETA, es conveniente detenerse brevemente en ellos para conocer en profundidad qué es lo que se encierra dentro de esta categoría. Así, dentro del grupo de *efectos tecnológicos* aparecen recogidos los que se refieren a la transferencia de tecnología desde el proyecto concreto a otras actividades de los participantes. Siguiendo a los autores del enfoque (Bach, et al., 2002a; 2002b; Bach, et al., 1995; Bach y Lambert 1992) y, de acuerdo con las definiciones del vocablo “tecnología” que se ofrecen en el ámbito de la Economía Evolucionista, se entiende por este término tanto los elementos tangibles o “artefactos” (tales como productos, sistemas, materiales o procesos), como los elementos intangibles (entre los que podemos destacar el conocimiento tácito, el codificado, el científico, el tecnológico, etc.), con la excepción de los métodos, que aparecen recogidos en el siguiente grupo de efectos. Por lo tanto, lo que se puede transferir abarca un amplio espectro y puede ser de muy diversas naturalezas, desde una cierta experiencia científica hasta el “saber hacer” transferido en un trabajador.

Por lo que respecta a los *efectos de tipo comercial*, fundamentalmente toman la forma de un incremento en las actividades económicas, tales como incrementos en las ventas de productos o servicios, y no incorporan una innovación tecnológica significativa que emana del proyecto evaluado. Estos efectos se pueden alcanzar por medio de dos vías. En primer lugar, los efectos debidos a una red de innovación que coopera en un proyecto. Algunos de los efectos derivados de las redes, como se puso de manifiesto en el capítulo tres, se refieren al establecimiento de relaciones de negocio entre los participantes en la red, que pueden desembocar en el establecimiento de una relación de más largo plazo de tipo comercial o técnico una vez que el proyecto ha terminado. Pero ese mismo tipo de relaciones se puede dar entre los participantes y otras organizaciones que no han participado en la red, como por ejemplo, con proveedores o a través de la organización de una conferencia. En segundo lugar, se pueden alcanzar este tipo de efectos trabajando en nombre de un programa público, en que los participantes adquieren una especie de etiqueta de calidad (al modo de los participantes en el Programa EUREKA de la UE) que, posteriormente se emplea como instrumento de marketing.

En relación con los efectos relacionados con la *organización y los métodos* tienen lugar cuando, gracias a la experiencia acumulada con un proyecto, los participante pueden modificar las formas de organización y métodos de gestión con objeto de mejorar su eficiencia. Mejoras que, de no haberse llevado a cabo el proyecto, nunca se habrían experimentado y puesto en funcionamiento, con la consiguiente pérdida (o no ganancia) que ello suponga.

El último conjunto de efectos indirectos lo constituye el de las *competencias y formación* (que también denominan factor trabajo), los cuales tienen una naturaleza diferente a los tres grupos anteriores. Se tienen en cuenta para describir el impacto de los proyectos sobre el capital humano de los participantes, puesto que cada organización participante potencia una serie de habilidades o competencias referidas a un campo científico o tecnológico concreto que constituye lo que se denomina “masa crítica” o “base de conocimiento” de la organización. El impacto del proyecto sobre esa masa crítica constituye el efecto de este factor. Es decir, este efecto pretende diferenciar entre lo que constituyen las rutinas propias del trabajo desarrollado por la empresa u organismo participante de aquellas otras formas de trabajar más innovadoras, fruto de la participación en el proyecto, y que hacen que el nivel tecnológico o científico de los participantes se incremente o diversifique.

Hasta ahora se han descrito los elementos que constituyen la base de la evaluación de acuerdo con la metodología planteada por BETA. Pero dicha metodología, como se indicó, se basa en la cuantificación en términos económicos de los efectos anteriormente descritos. En relación con los efectos directos y la mayor parte de los indirectos su cuantificación se lleva a cabo en términos de valor añadido generado por las ventas y las reducciones en los costes obtenidas gracias a la participación en el proyecto. Solamente se cuantifican aquellos efectos en términos brutos, sin que los costes derivados de transferencias adicionales, industrialización, marketing, etc. sean deducidos. Pero las magnitudes del tipo “cash-flow” o “ingresos” no son calculadas, por lo que los resultados alcanzados con esta metodología no pueden ser empleados en análisis financieros clásicos. Sólo las ventas reales son cuantificadas, pero no el tamaño del mercado en el que el nuevo producto pudiera ser vendido eventualmente. Cuando la transferencia de tecnología o el método o cuando los efectos comerciales sólo influyen parcialmente sobre las ventas o las reducciones de costes, el valor cuantificado de esos efectos sólo se tendrá en cuenta en la porción en que han influido. Este proceso resulta muy complejo puesto que hay que determinar la porción de efecto que ha influido sobre el incremento de ventas o reducción de costes dentro del ámbito del proyecto, lo cual no siempre (por no decir, casi nunca) es posible determinar.

Tan sólo se fijan dos excepciones al método de cuantificación basado en el valor añadido que se ha descrito: en primer lugar, en el caso de la patentes que no protegen los productos o procesos existentes, la estimación mínima del valor de los efectos indirectos la proporciona la cantidad gastada por el o los participantes para registrar y mantener la patente. En segundo lugar, en relación con la estimación del “factor trabajo”,

se emplea una estimación grosera basada en el uso de un valor *proxi* desarrollado por BETA: en primer lugar, se deben aislar las personas que contribuyen a la capacidad tecnológica del participante al incrementar sus competencias. Una vez aisladas, se evalúa el tiempo que han empleado realmente en la actividad innovadora y finalmente, por motivos de homogenización, se tiene en cuenta y se cuantifica en términos monetarios esta participación. Para ello, se emplea el coste promedio (incluyendo costes indirectos) de los ingenieros, técnicos, etc. que han tomado parte a lo largo del período de tiempo considerado en el paso previo. A modo de resumen, el Cuadro 4 muestra los diferentes tipos de efectos estimados y la forma en que son cuantificados.

Cuadro 4. TIPOS DE EFECTOS Y FORMA EN QUE SON CUANTIFICADOS DE ACUERDO CON EL ENFOQUE BETA

Tipos de Efectos	Cuantificación
EFFECTOS DIRECTOS	VENTAS / REDUCCIÓN DE COSTES
EFFECTOS INDIRECTOS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Tecnológicos <ul style="list-style-type: none"> ○ Transferencia de tecnologías relacionadas con productos ○ Transferencia de tecnologías relacionadas con procesos ○ Transferencia de tecnologías relacionadas con servicios ○ Patentes ● Comerciales <ul style="list-style-type: none"> ○ Efectos de red de innovación ○ Efectos sobre la reputación ● Organización y métodos <ul style="list-style-type: none"> ○ Gestión de proyectos ○ Otros métodos ○ Organización 	Ventas / Nuevos contratos de investigación Reducción de costes / Nuevos contratos de investigación Ventas / Nuevos contratos de investigación Coste de patentar (valor proxy) Ventas / Reducción de costes Nuevos contratos de investigación Reducción de costes Reducción de costes Reducción de costes / Ventas / Nuevos contratos de investigación
<ul style="list-style-type: none"> ● Competencias y formación (factor trabajo) 	Equivalente monetario de horas-hombre (valor proxy)

Fuente: Bach, et al., 2002b

Además de la valoración de los efectos directos e indirectos en términos reales, algunos resultados adoptan la forma de ratios o coeficientes. Estas cifras representan las cantidades económicas de un cierto tipo de efecto generado por un grupo concreto de

participantes sobre el pago total que se ha efectuado por parte del organismo financiador a ese grupo de participantes. La lectura que se debe hacer de estos indicadores es la del valor añadido generado por los participantes por cada 100 unidades de financiación recibida. Hay que recordar que este tipo de indicadores no es directamente comparable con los que se pueden obtener de un análisis coste-beneficio clásico ni con otros de tipo financiero como el ROI (rendimiento de la inversión) o similares ya que:

- No todos los costes se han tenido en cuenta: por ejemplo, los costes derivados de la transferencia y adaptación de una tecnología producida bajo el programa evaluado no son introducidos
- No se ha considerado ningún excedente del consumidor
- Los efectos económicos están expresados en términos de valor añadido generado por los participantes, no en términos de ventas, cash-flow o ingresos netos.

La medida económica de los efectos hay que tomarla como la mínima estimación posible, ya que las estimaciones que proporcionan los participantes son sistemáticamente minimizadas. Es decir, las medidas empleadas servirán para determinar la frontera mínima desde la cual pueden fluctuar los valores calculados. Además, a pesar de que la información se obtiene a partir de entrevistas, hay cuestiones difícilmente separables y, por tanto, cuantificables y, por último, hay situaciones en que la información ha sido olvidada por los participantes o, debido a cuestiones de confidencialidad, son reacios a divulgarla, con lo que el valor estimable siempre quedará por debajo del valor real. Este contratiempo en la valoración se puede interpretar como una clara limitación de la metodología ya que otorga un cierto margen de error en las valoraciones de las variables que, posteriormente, se emplearán en la elaboración de los índices.

Por lo que respecta a la obtención de la información como se apuntó anteriormente, ésta se basa en entrevistas directas con gestores de los organismos participantes en el programa evaluado. Con carácter previo, BETA envía información sobre el proceso de evaluación del programa a todos los entrevistados para que conozcan el método de evaluación y el tipo de resultados que se espera obtener con ella. El objetivo es tratar de involucrar lo más posible a los participantes de forma que sientan la necesidad de llevar a cabo la evaluación del programa.

Hay que resaltar el hecho de que esta metodología se basa en tratar de valorar los efectos económicos que se han generado para los participantes en el proyecto o programa, pero no los efectos de los que han podido beneficiarse el resto de agentes de la economía que, obviamente, no han tomado parte en el proyecto. La razón es que este otro tipo de efectos suele presentarse más a medio o largo plazo, cuando tiene lugar la difusión de una tecnología (a través de la imitación, la transferencia de la tecnología o el movimiento de los empleados) o se aprecia un incremento en la satisfacción de los consumidores. Es decir, el conjunto de efectos tenidos en cuenta bajo la metodología BETA son sólo un pequeño subconjunto de efectos posibles que se pueden producir. Este hecho ya pone de manifiesto la proximidad de esta metodología con un análisis coste-beneficio clásico, en el que, igualmente, se tienen en cuenta efectos derivados de la realización de un proyecto sin entrar a valorar aquellos que se produzcan fuera del marco de referencia temporal que delimita el proyecto.

Si se observan las ventajas e inconvenientes de esta metodología, es necesario entresacar, en relación con las ventajas que:

- ofrece una medición, cuantificada que siempre ayuda, de una serie de aspectos importantes que hay que tener en cuenta en la evaluación de una política pública de I+D, tales como los efectos debidos a las transferencias de tecnologías propias del proyecto,
- los indicadores de transferencia de tecnología, en sus tres vertientes, sirven para aproximar, al menos someramente, la idea de relación, y
- la medición de las relaciones también es aproximada a través de los efectos de red contemplados.

En relación con los inconvenientes que presenta la metodología habría que destacar:

- Que sólo proporciona una respuesta parcial a algunos problemas clásicos que se encuentran en todas las metodologías evaluadoras: el primero se refiere a la dificultad de identificar y valorar la propagación de los efectos a través del tiempo y del espacio. Esta dificultad impide valorar los efectos netos (por contraposición a los brutos). Es decir, tal y como se ha descrito el modo de empleo de esta metodología, con ella no se puede determinar el impacto de un programa de I+D sobre el resto de la economía.

- En segundo lugar hay que mencionar el problema en relación con la *separabilidad* entre los factores que llevan a la innovación. En primer lugar se tiende a atribuir todos los beneficios determinados al programa evaluado cuando pueden coexistir otras acciones emprendidas paralelamente, por ejemplo, por una empresa involucrada en el programa. Además debemos tener en cuenta la complementariedad entre diferentes activos (en forma de conocimientos y competencias y/o individuos, tales como las capacidades de marketing o de gestión) que cada vez son más necesarios para poder innovar. De nuevo aquí, el que dicha metodología adopte el enfoque descrito en relación con la evaluación de un programa de I+D tiende a sobreestimarlos.
- Un tercer problema encontrado en el empleo de esta metodología es el referido a la consideración de la adicionalidad de un programa, relacionado obviamente con el anterior de separabilidad. Trabajos actuales han remarcado las diferentes perspectivas que se pueden adoptar cuando se tiene en consideración el tema de la adicionalidad: adicionalidad por los inputs, por los resultados o de comportamiento. Debido a que el punto de vista adoptado por la idea de adicionalidad es macroeconómico, tan sólo se puede ofrecer respuesta e información parcial que pueden ser empleadas a un nivel más macro con el consiguiente riesgo de imprecisión.
- Por último, surge un nuevo problema cuando se hace preciso *institucionalizar* la evaluación. Existe una serie de preocupaciones típicas que surgen entre los agentes que deben hacer uso de una evaluación. Éstas se refieren: al tiempo que se debe dedicar a la evaluación en comparación con el tiempo que se requiere para el diseño del programa o su implementación; a los recursos que se precisan para llevar a cabo la evaluación; a la selección de los evaluadores; a la reproducibilidad de la metodología de evaluación o a la forma en que se puede llevar a cabo la recogida de la información. El enfoque BETA resulta, en primer lugar, costosa en tiempo y recursos necesarios, por lo que no se puede emplear de forma masiva o para un número exhaustivo de programas. En consecuencia, es poco factible el empleo de tal metodología por otros evaluadores que no la conozcan de forma profunda.

En definitiva, esta metodología se puede entender como a medio camino entre las más tradicionales, representadas por los análisis de coste-beneficio y otras más heterodoxas (por su alejamiento de los métodos de la economía clásica y su mayor proximidad a los planteamientos de corte estructural-evolucionista) al tratar de recoger los efectos generados por un programa o política sobre los agentes a través de la redes de innovación que se conforman en el transcurso del programa evaluado.

Con posterioridad, esta metodología ha sido revisada al aplicarla sobre una política impulsada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Japón y sobre el Programa Marco de la Unión Europea. Esta revisión supuso la participación, junto con BETA, de otras dos instituciones con una larga tradición en el campo de la evaluación de políticas públicas de I+D como son PREST, encabezada por Luke Georghiou, y la Universidad de Washington, con la dirección de Nicholas Vonortas (European Commission, 2003). Las modificaciones introducidas han dado paso a la denominada metodología BETA+ (PREST, 2002), que implica cubrir las consecuencias derivadas de los efectos desbordamiento y de los usuarios con objeto de evitar las críticas que ha recibido la metodología original sobre su linealidad en el planteamiento y enfoque. Ese es fundamentalmente el motivo de introducir los efectos indirectos. Para ello, la metodología se amplía para dar cabida a estudios de caso con los que se puede profundizar en conceptos tales como adicionalidad de la política o los beneficios de la cooperación y factores que afectan a la comercialización. La principal conclusión que se extrae de esta mejora es que dichos efectos indirectos pueden resultar más importantes en la evaluación de la política que los efectos de comercialización y los directos.

4.1.2. Otras aproximaciones cuantitativas a las redes de innovación

Para terminar con las metodologías de corte más próximo al cuantitativo, a continuación se presentan dos de ellas, empleadas para cuantificar las redes de colaboración, en el primer caso a partir de información procedente de la encuesta anual de flujos financieros recibidos y gastados por las empresas en actividades de I+D, y en el segundo, a partir de un cuestionario *ad-hoc* para valorar las relaciones de una red antes y después de que los agentes involucrados en la relación participaran en un proyecto financiado con dinero público. El primero de ellos no está diseñado específicamente para evaluar las relaciones fomentadas con una política pública de apoyo a la I+D, sino cualquier tipo de relaciones que desemboca en la constitución de una red de innovación. En cambio, el segundo sí está pensado para evaluar el impacto de las políticas públicas

sobre las relaciones entre los agentes participantes. Ambas metodologías se pueden presentar como complementarias con ciertas similitudes que trataremos de poner de manifiesto.

En primer lugar, Stéphane Lhuillery (1996) desarrolla una metodología para la que emplea una base de datos relativos a I+D. Con ella, procede a confeccionar unos indicadores con los que se pretende ir más allá de una simple tipología de redes para tratar de describir estadísticamente el impacto de la I+D sobre la capacidad innovadora de una organización. Para ello, parte de tres indicadores tradicionales en la literatura de las redes sociales que dan una dimensión empírica a las relaciones entre agentes:

- indicadores de *grado*, referido al número de relaciones directas que mantiene un agente con los demás
- indicadores de *proximidad*, que reflejan las distancias entre la empresa y los agentes directos e indirectos, entendiéndose éstas como el grado de dependencia que presenta cada agente con el resto de miembros de la red
- indicadores de *intermediación*, que se refieren a lo importante que puede llegar a ser una empresa como intermediaria en la transferencia de conocimiento

De todos modos, la medición de las redes en el campo de la Economía permanece en una simple aproximación ya que el *número de relaciones* sigue siendo la única manera de valorar la forma en que los agentes se ponen en contacto en una situación de gran complejidad, como suele ocurrir en la mayoría de las ocasiones. Para mejorar esta situación, el autor plantea un esquema simple de flujos en el que cada salida de dinero de la empresa hacia otra organización tendrá su contrapartida en un flujo de resultados de I+D obtenidos. Paralelamente, cada entrada de dinero en la empresa procedente de otros organismos tendrá su contrapartida en un flujo de conocimientos transferidos. Este mecanismo, aparentemente tan simple, refleja que los recursos públicos permiten a la empresa beneficiarse, bien directamente del conocimiento producido por expertos de centros públicos de investigación, o bien indirectamente por la información tecnológica y el conocimiento que se producen en los centros públicos de investigación. La información procedente de las estadísticas francesas de I+D permiten elaborar el mapa de flujos financieros destinados a la I+D y, consecuentemente, construir una estimación global de la intensidad de las relaciones entre agentes. Está claro que esta metodología deja fuera cualquier tipo de relación indirecta. De todos modos, sí

permite construir tres nuevos indicadores sustitutivos de las redes, tal y como se ha mostrado anteriormente:

- Indicador de grado: basado en la construcción de un índice Herfindhal a partir de la información de las diferentes fuentes de financiación. En consecuencia, la *variedad* se definirá como el inverso del índice Herfindhal, que se correspondería con el número equivalente de participantes que tendrían algún tipo de relación por una cantidad igual de dinero. Estos índices, en función de su referencia a los gastos ejecutados por la empresa (*es*), la financiación recibida por la empresa (*ef*) o el global (*glo*), adoptan la siguiente forma:

$$Var_i(es) = 1 / \sum_p \left(\frac{ES_p^i}{\sum_p ES_p^i} \right)^2, \quad Var_i(ef) = 1 / \sum_j \left(\frac{EF_j^i}{\sum_j EF_j^i} \right)^2, \quad Var_i(glo) = 1 / \sum_m \left(\frac{ET_m^i}{\sum_m ET_m^i} \right)^2$$

$$\text{con } m = p + j \text{ y } ET^i = ES^i + EF^i$$

donde la empresa *i* obtiene la financiación pública (o privada) *EF* a partir de *j* tipos posibles de fuentes y/o paga a *p* tipos diferentes de organizaciones la cantidad *ES*. La lectura de este índice nos lleva a interpretar que cuanto más distribuye una empresa su gasto externo en recursos, mayor será su índice de variedad, llegando a ser 1 cuando la empresa se relaciona sólo con una organización y 0 cuando lleva a cabo la I+D de forma interna, en la empresa.

- Indicador de proximidad: para este indicador, el autor propone dos proxis. La primera definida como la ratio entre los flujos financieros de I+D sobre la cifra de facturación. Este índice es representativo del grado de implicación de la empresa *i* (*Intⁱ*) en redes de innovación.

$$Int^i(es) = \frac{ES^i}{Factur^i}, \quad Int^i(ef) = \frac{EF^i}{Factur^i}, \quad Int^i(glo) = \frac{ET^i}{Factur^i}$$

De manera similar se definen las ratios con los mismos numeradores, pero referidos al presupuesto dedicado a I+D por la empresa, cuya interpretación es la de dependencia (*Depⁱ*), que se puede establecer en términos financieros (*EF*) o tecnológicos (*ES*).

$$Dep^i(es) = \frac{ES^i}{Presup.I + D^i}, Dep^i(ef) = \frac{EF^i}{Presup.I + D^i}, Dep^i(glo) = \frac{ET^i}{Presup.I + D^i}$$

- Indicador de intermediación: en este caso, las limitaciones de la información disponible, implica el uso de un índice tradicional del análisis en economía internacional. Se define el índice de centralidad ($Cent^i$) como un índice simple Grubel & Lloyd calculado sobre las transacciones en I+D aguas arriba o fase de investigación básica (EF) y aguas abajo o fase de desarrollo (ES). De forma similar se define el índice de especialización (Spe^i).

$$Cent^i = 1 - \frac{|ES^i - EF^i|}{ES^i + EF^i}, Spe^i = \frac{(EF^i - ES^i)}{ES^i + EF^i}$$

El primer valor está comprendido entre 0 y 1 y se refiere al equilibrio entre los flujos externos recibidos y los destinados a resultados de I+D. Cuando no existe relación, el valor es cero, ya que la empresa se encontraría en el centro del posible equilibrio entre los dos flujos. El segundo valor resulta equivalente, pero especifica la dirección del desequilibrio, si es que existe. Ciertamente, una empresa puede tener muy diferentes socios, pero puede obtener financiación exclusivamente de carácter público, por lo que el último índice varía entre -1 y 1, indicando que hay empresas que sólo absorben conocimiento y otras que sólo reciben dinero.

Una de las carencias más destacadas de estos índices es la imposibilidad de mostrar el efecto del paso del tiempo, es decir, no tienen un formato dinámico que muestre la evolución de los flujos y de las relaciones entre los agentes que componen una red. Para solucionar esa carencia, el autor establece un último índice de regularidad con el que muestra, en cierto modo, el efecto dinámico de las relaciones fruto de la actividad en I+D llevada a cabo por la empresa. Así, en el período de tiempo en el que se lleva a cabo el estudio, se calcula el número de años en que la empresa ha recibido fondos y cuántos ha pagado sumas de dinero a los socios de la red a cambio de resultados externos de I+D. Ciertamente, esta resulta una aproximación muy grosera a un indicador dinámico de relaciones en actividades de I+D.

La segunda metodología que recogemos en este subapartado ha sido desarrollada por Saadi Lahlou (1997) para comparar los comportamientos entre

laboratorios que establecen relaciones para desarrollar conjuntamente proyectos de I+D financiados por la Unión Europea. Una vez más se trata de una medida previa y posterior a la relación, con lo que se pierde la visión temporal del efecto de la relación. La metodología descansa básicamente sobre la construcción de un “valor medio” de las relaciones entre pares de agentes participantes en la red de innovación. A diferencia de los enfoques metodológicos tradicionales en el análisis de las redes de innovación, a partir de la teoría de grafos, este enfoque emplea técnicas de análisis multivariante al objeto de explorar todas las posibles relaciones. El objetivo fundamental que se marca esta aplicación metodológica, como se ha apuntado en un inicio, es valorar el impacto (en relación con el éxito o fracaso) de los Programas de Ciencia y Estímulo (SSP) de la Unión Europea sobre los laboratorios que han participado en los mismos. Esta metodología se cimenta sobre el estudio de las características que presentan los participantes *antes* y *después* de ponerse en contacto gracias a dicho programa. La metodología trata de valorar dichas relaciones a través de una gradación de las mismas. Para ello, se emplea una escala que oscila de 0 (sin contacto) hasta 9 (con 8 posibles intensidades en la relación). Esta escala ya presupone que las relaciones se pueden clasificar de forma lineal, lo cual, si bien es admitido por el autor, representa una clara limitación a la metodología. Tomando como buena dicha escala, la metodología está igualmente influida por lo que los responsables de responder el cuestionario entienden por éxito de una relación. La evaluación de una política pública, especialmente cuando se centra en la evaluación de las relaciones que se han fomentado gracias a ella, no se puede llevar a cabo sólo considerando las dificultades técnicas encontradas en la colaboración, que bien pudiera haberse considerado como criterio de definición de éxito o fracaso. Una relación trasciende los aspectos meramente técnicos para influir y ser influida por otros muchos aspectos de tipo económico, social, personal, etc., como se puso de manifiesto en el subapartado 3.4. Es más, el éxito de un programa sólo se puede medir si se tiene una idea muy precisa sobre los efectos que se pueden esperar y si se ha acumulado una cierta experiencia sobre qué efectos resultan efectivamente deseados y, consecuentemente se puede hablar de éxito. Por lo tanto las respuestas y el consiguiente escalamiento de las relaciones evaluadas puede sufrir de grandes variaciones entre los participantes en los proyectos. En el caso evaluado mediante esta metodología, los Programas de Ciencia y Estímulo (SSP) de la Unión Europea, no fijaban ni definían ningún criterio de éxito más allá de la creación y reforzamiento de redes. En consecuencia, para la aplicación de esta metodología se ha recurrido a considerar el éxito de los diferentes proyectos en función del volumen de relaciones y se asume que cuanto mayor es dicho número, más importante será el efecto de una red.

El posterior análisis de la información muestra, en primer lugar, las frecuencias en las respuestas que establecen los tipos de contactos (escala de 0 a 9) antes y después de haber participado en el SSP y pone de manifiesto cómo se incrementan drásticamente todas las formas de contacto tras la participación con excepción de la forma más casual, que disminuye. Posteriormente, se analiza el efecto que ha tenido el programa sobre la creación y refuerzo de las redes. Para ello, se escogen los pares de laboratorios y se analiza si con posterioridad al contrato de participación en el SSP se han incrementado las relaciones con otros laboratorios o no. En caso afirmativo se puede concluir que el programa sí ha servido para incrementar las relaciones o reforzarlas.

Una vez trazadas las redes que se han constituido gracias al SSP, la metodología procede a realizar un análisis factorial para sintetizar el estado de las relaciones dentro de cada red. El objeto es considerar las redes como un objeto que se caracterice por su particular perfil de relaciones y construir un espacio de acuerdo con las principales dimensiones de dichos patrones de relación, en que las dimensiones serán los factores extraídos con el análisis efectuado. Este espacio se organiza de acuerdo con las variables que representan las relaciones tras la participación en el SSP. El análisis factorial permite extraer 3 factores cuyas interpretaciones se refieren a la densidad de las relaciones (siendo los extremos densas e infrecuentes), el alcance de las relaciones (personales en un extremo e institucionales en el opuesto) y tono de las relaciones (relación de tipo académica o, por el contrario de tipo material). Sin entrar en consideraciones sobre los resultados alcanzados con el análisis (ya que en este punto tan sólo interesan las metodologías), se puede decir que el uso de ésta permite considerar a las redes como entes caracterizados por unas dimensiones concretas que pueden ser medidas a través de un sistema de coordenadas con factores en los ejes. En definitiva, resulta posible medir estas estructuras empleando indicadores de tipo cuantitativo y también es posible medir la influencia de diferentes variables sobre la evolución de las redes. Dibujando las observaciones en los ejes de coordenadas en sus dos posiciones (antes y después de relacionarse) es posible trazar el “movimiento” de las redes y, con ello, establecer unos ciertos parámetros de evolución de las mismas. En cierto modo, ello permite introducir una cierta dinámica a la metodología que, sin ser una aproximación muy fiel, al menos proporciona una imagen de cambio en el estado de la red.

En consecuencia, la metodología descrita, de acuerdo con el propio autor, resulta una manera un tanto burda de analizar las redes, pero suficientemente útil cuando se parte de información imperfecta y reducida debido a las necesidades de diseño del

cuestionario y a la falta de objetivos claros perseguidos con el SSP. Una aproximación de tipo descriptivo a las relaciones, basada en el comportamiento de los agentes que las establecen, puede llevar a establecer una cierta jerarquía de las redes y comparaciones del tipo antes/después y el análisis de su evolución. De todos modos, sigue resultando evidente que estos métodos no son la panacea, ya que falta por desarrollar un buen modelo de redes, una escala óptima para medir las relaciones, información apropiada y definiciones de partida que sean comunes y extendidas entre los agentes evaluados y entre los propios evaluadores.

Fuera de lo que son los enfoques metodológicos descritos anteriormente y, antes de pasar a revisar algunas de las metodologías de corte más cualitativo, puede ser interesante mostrar algunos de los indicadores y el uso de los mismos para la evaluación de programas de I+D como complemento al uso de metodologías cuantitativas mostradas. Así, por ejemplo, Grupp et al. (1995) examinan la utilidad de los resultados de ciencia y tecnología como indicadores de evaluación de la I+D, pero centrada en la evaluación de programas de fomento de dicha actividad más que en la de los logros relacionados con la I+D, por lo que nos puede resultar de utilidad posteriormente.

Hay que partir de la evidencia de que el estudio del uso de este tipo de indicadores como herramientas de análisis y evaluación de programas de apoyo a la I+D ha sido inexplorado durante bastante tiempo. En segundo lugar, hay que trazar una clara delimitación entre su uso para el análisis y evaluación prospectiva o estratégica, del que se pretende hacer en nuestro estudio, centrado en las actividades que aún están vigentes o ya han concluido. Los indicadores que introducen estos autores están más en la línea de ser empleados como elementos de juicio tras la finalización de un programa aunque, añaden los propios autores, “también pueden servir a los gestores de programas para diseñar, reformar o reorganizar los programas que se están considerando, al modo en que se emplea la denominada evaluación proactiva” (Grupp et al., 1995: 246). Pues bien, los autores consideran cuatro elementos como clave en los procesos de evaluación de una política pública de apoyo a las actividades de I+D que ya ha concluido, a partir de los cuales se diseñarán los indicadores precisos para valorar dichos elementos. A saber: la valoración de los supuestos de partida del programa, la valoración en los logros de las metas propuestas, la valoración de los impactos y la valoración de la administración del programa.

El primer aspecto mencionado, la valoración de los supuestos de partida del programa, por lo general suele pasarse por alto. En este punto puede producirse algo

bastante común que no por dicho motivo debe dejar de prestársele un interés especial. Nos referimos a que cuando se implanta un programa de las características del evaluado, los diseñadores del programa, por lo general, tienen en la cabeza un diseño basado en el hecho de que en las economías de mercado, las actividades económicas, incluida la I+D, son un asunto de los agentes privados. La acción pública dirigida a regular actividades de orden privado debe limitarse a situaciones en las que los mecanismos de mercado no funcionan adecuadamente. Este es, generalmente, el caso de las actividades de I+D de largo plazo. El análisis previo que se debe hacer del mercado suele ser bastante deficiente ya que las señales que se pueden percibir actualmente al estudiar en una situación de largo plazo son muy débiles y confusas. Por ese motivo, los supuestos de partida en los que se base un programa público de apoyo a una actividad de I+D y la consiguiente cadena de causalidades deben incluirse en el proceso de evaluación. Por otro lado también es imprescindible someter a evaluación dichos supuestos ya que son los cimientos de la política que se diseña: si los cimientos no son coherentes con la fijación de metas y el uso de instrumentos para alcanzarlas, se producirán tensiones que pueden dar al traste con la política.

El segundo de los aspectos, si se han alcanzado las metas propuestas, debe ser aclarado mediante la aceptación de los usuarios del programa y por estudios de corte estructural sobre el sector o región sobre el que se ha pretendido afectar mediante un análisis antes y después de haberse puesto en funcionamiento la política. En concreto, se debe analizar si los grupos de clientes potenciales que se pretendía afectar con el programa, realmente se han beneficiado con él, es decir, si les ha alcanzado.

En relación con el tercero de los aspectos, parece bastante evidente que el valorar el impacto del programa se debe llevar a cabo contestándose a la pregunta de si los efectos buscados con él se han alcanzado. Pero también es interesante valorar la cantidad de efectos *free-riders* que se han producido: es decir, efectos no intencionados que no es posible evitar y que, en unos casos, pueden resultar beneficiosos y en otros perjudiciales.

Por último, la evaluación de la administración llevada a cabo sobre el programa es también de gran interés ya que, como dicen los propios autores, “incluso el mejor programa puede fallar si el entorno administrativo no es el adecuado”.

A partir de estas consideraciones, los autores elaboran un cuadro (Cuadro 5) sobre nuevos indicadores y su utilidad en la evaluación de programas desde un punto de vista

teórico que sirven para ofrecer una idea sobre qué herramientas se pueden explotar y para qué elementos en la evaluación de programas.

Cuadro 5. ELEMENTOS IMPORTANTES EN LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS Y POSIBLE UTILIDAD DE NUEVOS INDICADORES DESDE UN PUNTO DE VISTA TEÓRICO.

Utilidad de indicadores tecnológicos	Patente	Análisis de tendencia		Perfil de empresa	Mercados estratégicos		Relaciones técnicas	Estatus Legal
	Tecnométrico	Comparación internacional		Perfil tecnológico	Especificaciones			
Supuestos	Brecha tecnológica	++	++		++		++	++
	Disparidad regional			++		++		++
	Déficit cooperar			++		++	++	
	Adecuación instrumento		++					
Logros	Por institución			++				
	Por región			++				
	Por sectores				++		++	
Impactos	Mejoras técnicas	++	++		++		++	++
	Productos y procesos		++		++		++	++
	Cooperar	++		++		++	++	++
	Aprendizaje						++	++
	Efectos free-rider							++
	Efectos no previstos				++		++	++

Fuente: Adaptado de Grupp, et al. (1995)

En el cuadro anterior se ponen en contraste el uso de indicadores sobre patentes en comparación con indicadores tecnométricos (“indicadores tecnológicos”, por contraste a los indicadores bibliométricos o “indicadores científicos”). Por mencionar un ejemplo, un análisis de tendencias basado en información de patentes a nivel internacional, de forma que pueda ser comparable puede ayudar a resolver el problema de si existe o ha existido brecha tecnológica entre países. Al mismo tiempo, los datos sobre patentes pueden ayudar a averiguar cuáles de los resultados del programa son realmente nuevos a nivel mundial o solamente nuevos para la institución que los obtuvo. Los indicadores tecnométricos sobre perfiles tecnológicos pueden ayudar a definir una lista de prioridades tecnológicas que se pueden y deben poder contrastar con los objetivos marcados inicialmente. Hasta qué punto estos indicadores resultan útiles más allá de este

planteamiento teórico es algo que no se discute en este trabajo, pero es importante poner de manifiesto una limitación muy significativa: las patentes sólo se pueden emplear en aquellos campos de la ciencia aplicada y del desarrollo industrial en que las leyes nacionales permiten patentar. Los descubrimientos científicos, y, en definitiva, la gran mayoría de los resultados que se obtiene de la ciencia básica, no pueden protegerse por medio de patentes. Por este motivo, los indicadores de patentes son más útiles en la evaluación de programas dirigidos al desarrollo industrial.

4.2. Metodologías de corte Cualitativo

En este epígrafe se describen algunas metodologías de evaluación y valoración de actividades de I+D financiadas con dinero público. En origen, el diseño de estas metodologías ha descansado sobre sociólogos y, actualmente, el campo de la Economía ha acudido a ellas para tratar de ofrecer una visión más rica y completa del comportamiento del hombre como agente económico. Por este motivo, dichas metodologías guardan una relación más próxima con las técnicas de corte cualitativo, del tipo del estudio de caso, en que se caracteriza un comportamiento concreto a partir del cuál es posible generar una teoría. Dichas metodologías se centran fundamentalmente en aspectos microeconómicos, de donde se derivan resultados cuya traslación a ámbitos más macro resulta muy compleja. Es precisamente esta característica lo que limita en gran medida el empleo extensivo de estas metodologías y por lo que requieren de una mayor dosis de diseño propio cuando se emplean sobre programas de I+D. En definitiva, la posibilidad de reproducir estas metodologías fuera del ámbito en que fueron diseñadas implica una gran labor de rediseño para ajustarla a las peculiaridades que presente la actividad que se pretende evaluar y, en consecuencia, sus posibilidades de ofrecer resultados robustos desciende dramáticamente.

4.2.1. *Enfoque del Research Value Mapping*

Desde el Georgia Tech Institute, el equipo de investigación en evaluación de políticas públicas, encabezado por el profesor Barry Bozeman, lleva desarrollando y perfeccionando desde 1995 una metodología de evaluación denominada *Research Value Mapping Project (RVM)*, basada en el estudio de caso para analizar información tanto de tipo cuantitativo como cualitativo procedente de los proyectos de investigación. Esta

metodología proporciona un inventario de beneficios y de generalizaciones de carácter empírico de los determinantes de esos beneficios, así como una herramienta para la evaluación de la investigación y de la gestión. Una ventaja particular de esta metodología es que no sólo proporciona un indicador sobre el tipo y cantidad de valor, sino que además ofrece las razones por las que se han alcanzado los beneficios. Por lo tanto, gracias a que esta metodología pone al descubierto las razones esenciales de por qué se alcanzan ciertos resultados en las actividades de I+D, es de utilidad para los gestores y políticos, ya que pueden incorporar esta información en las estrategias políticas que persigan la continuidad del éxito y la gestión eficaz de los programas de investigación. Esta metodología tiene mucho en común con el estudio de caso más primitivo, por lo que se puede interpretar como una metodología más apreciativa y cualitativa que cuantitativa, pero se diferencia del tradicional estudio de caso en que trata de huir de la clásica carencia que se le ha atribuido a esta metodología: la inexistencia de una aproximación sistemática a la investigación. Al partir de modelos probados y especificados de forma cuidadosa, la metodología es capaz de proporcionar datos particulares y generalizables. La información particular es, en muchos sentidos, del estilo de la que se podría obtener de un estudio de caso tradicional. Los datos generalizables se obtienen de la cuantificación de elementos comunes entre los casos estudiados. De este modo, los casos analizados, además de contar “su propia historia”, contribuyen a encontrar hallazgos comunes medidos de forma sistemática.

El punto de partida de este enfoque es la determinación del valor en las actividades de I+D: ¿Qué es lo que produce valor en la actividad de I+D? Esta es la pregunta inicial que se formulan Bozeman y Kingsley (1997a; 1997b). Tradicionalmente, el valor de las actividades se juzgaba en función de los beneficios económicos que reportaban (Link, 1987) o por la percepción del progreso científico y/o técnico que aportaban. Estos planteamientos conducen al empleo de metodologías de evaluación del tipo análisis coste-beneficio, como se puso de manifiesto en el apartado 3.1 de este estudio, pero también a estudios de funciones de producción agregadas que buscaban valorar el impacto del crecimiento tecnológico en las economías nacionales (Solow, 1956; 1957). Éstos últimos han desembocado en la elaboración de una serie de indicadores de calidad que van desde los premios Nóbel a las citas de los estudios bibliométricos. Aunque estos dos enfoques (valoración económica y valoración del estado del arte, respectivamente) tienen muchos usos, ninguna de ellas es capaz de capturar las dimensiones del valor que son de interés, tanto para el futuro avance científico y técnico como para los políticos y sus clientes. En consecuencia, para los autores de este

enfoque, la evaluación de la actividad de I+D financiada con dinero público debería centrarse, no ya en la valoración económica o incluso en los avances en el estado del arte, sino en el crecimiento de las capacidades, ya que, típicamente, el objetivo de la política pública de I+D no es tanto apoyar la generación de conocimiento que llevará, linealmente, al bienestar económico, sino desarrollar las aptitudes y capacidades.

Como se ha indicado, esta metodología descansa fundamentalmente en el estudio de caso. El estudio de caso aplicado a la valoración del impacto de las políticas públicas de I+D descansa en dos preguntas esenciales: ¿qué relación existe entre la I+D y la innovación económica? y ¿sirven los proyectos de I+D para alcanzar los objetivos fijados para los organismos gestores de la política y que tienen que ver con el establecimiento de relaciones entre la actividad de I+D y la innovación económica? Uno de los últimos impulsos que ha recibido el estudio de caso en relación con la valoración del impacto de las políticas de I+D es el de intentar desarrollar conceptos y métodos que permitiesen una articulación más explícita de la relación causal entre la I+D y la economía (Freeman, 1977). Pero, con carácter general, la frustración de los resultados alcanzados con el diseño de estudios de caso, conllevó a una modificación de la investigación de este tema que ha implicado la combinación de diversas metodologías. Estos enfoque multi-método ponen en relación los resultados que se pueden generar con los estudios de caso junto con los de la evaluación por pares, las técnicas bibliométricas y los análisis econométricos y aparecen encuadrados todos ellos bajo el nombre de *análisis de impacto* (Logsdon y Rubin, 1985), cuya finalidad es la de buscar un cierto nivel de consenso entre los resultados alcanzados con las diferentes técnicas empleadas (Nelson, 1982; Logsdon y Rubin, 1985; Meyer-Krahmer, 1988).

De forma concisa, la técnica diseñada por este grupo (Coursey y Bozeman, 1989) parte del diseño de uno o varios modelos analíticos que sirven para trazar los flujos de conocimiento y especificar los posibles resultados de los proyectos de I+D. Los resultados se modelizan en términos de secuencias de eventos, caracterizándolos como un modelo con ramificaciones. Cada paso del modelo podría ser o bien el resultado final del proyecto, o un paso previo al siguiente nivel. Es decir, el modelo de secuencias podría constar de los siguientes pasos:

- Paso 1º: Proyecto completado (sí/no) [en caso afirmativo...]
- Paso 2º: los resultados se difunden fuera de los límites del laboratorio⁸⁹ (sí/no) [en caso afirmativo...]
- Paso 3º: uso de los resultados por alguien o por una institución diferente al laboratorio (sí/no) [en caso afirmativo...]
- Paso 4º: desarrollo de un producto a partir de los resultados (sí/no) [en caso afirmativo...]
- Paso 5º: comercialización del producto (sí/no) [en caso afirmativo...]
- Paso 6º: resultados (por ejemplo, ventas del nuevo producto u otras medidas del beneficio, coste o pérdida de beneficio).

Midiendo los beneficios (o pérdida de beneficios) que pudieran resultar de cada proyecto se pasa a especificar una segunda dimensión de los resultados de la I+D. Dichos resultados variarán en función de los objetivos del proyecto. Pero esta metodología no se limita exclusivamente a la medición de los beneficios, también se ha empleado para examinar el impacto de los fracasos en, por ejemplo, la transferencia de tecnología desde los proyectos de I+D (Kingsley, et al., 1996). La metodología conlleva la medición de numerosos e hipotéticos atributos de los proyectos (tales como recursos destinados al proyecto, el número de participantes desde la industria, disponibilidad de derechos de propiedad intelectual) contra los patrones de ramificación de los resultados. Mediante la consideración de los proyectos en términos del progreso que muestran sus resultados a lo largo de una cierta trayectoria de ramificación (es decir, a lo largo de los pasos mostrados anteriormente), se puede desarrollar un modelo predictivo de los factores que se refieren a los resultados de un proyecto frente las posibles alternativas que muestra la ramificación. En esencia, ¿cuáles son los factores que determinan en último caso, la trayectoria final del proyecto?

Una vez que se desarrolla el modelo o modelos y las hipótesis asociadas, la forma en que se debe obtener la información para alimentar el proceso metodológico es esencialmente la misma que la de un estudio de caso. La selección de los casos también

⁸⁹ En la descripción de esta metodología se emplea el término laboratorio, manteniendo el vocablo original, pero refiriéndose a cualquier CPI u otro tipo de organismo que lleve a cabo actividades de I+D, pudiendo tratarse también de unidades de I+D de empresas.

está determinada por los criterios que resultaron relevantes en la elaboración del modelo y las fuentes finales de información variarán desde entrevistas personales, evidencias documentales, informes, etc. Además de los resultados tradicionales que proporcionan los estudios de caso, esta metodología ofrece un mecanismo analítico similar a las explicaciones empíricas de corte cuantitativo que se emplean en las ciencias sociales. La metodología RVM ofrece información cuantitativa del análisis y estudio cruzado de los casos que, en algunos casos, se asemeja a muchos estudios cuantitativos. En consecuencia, el análisis se acompaña de indicadores de variables tales como cantidad de financiación recibida para los proyectos, personal dedicado a los proyectos y, por el lado de los beneficios, beneficios monetarios estimados y número de personas que han recibido formación avanzada. Como nota particular hay que indicar el intento de usar variables tipo dummy (de valor 0 ó 1) para medir aspectos de tipo cualitativo en los casos. Así es posible cuantificar variables del tipo ¿se ha involucrado en el proyecto a la oficina de transferencia de tecnología del laboratorio? o ¿se desarrolló un plan para la posterior difusión, previo al proyecto? o si los resultados del proyecto implicaron el desarrollo de un nuevo proceso de fabricación. Mediante la combinación de los dos tipos de variables se consigue generar una serie nueva de variables independientes y relevantes sobre la causalidad. Estas nuevas variables se analizan en términos del o de los modelos desarrollados en el inicio, llevando a cabo una valoración entre el peso recibido en el modelo en ramificación y los beneficios (o disminución en los beneficios) que tienen lugar. El procedimiento de la investigación de acuerdo con esta metodología sería:

- Desarrollo secuencial, pero no lineal, de los modelos de ramificación de flujos de conocimiento, desde la investigación hasta el conjunto exhaustivo de los resultados
- Desarrollo de propuestas sobre los factores causales referidos a esos resultados
- Desarrollo de indicadores de los costes y beneficios de los proyectos y de los resultados referidos a los proyectos
- Selección de los casos con base en los factores especificados en los modelos y las hipótesis
- Obtención de información sobre los casos

- Organización de la información por medio del diseño de estudios de caso al modo tradicional
- Construcción de una base de datos cuantitativa mediante la codificación de los estudios de caso de acuerdo con las variables del modelo
- Validación de las convenciones de codificación
- Uso de los datos de tipo cuantitativo junto con los modelos, para determinar (por medio del análisis de contingencias o programación dinámica) la relación entre las variables independientes y los flujos de conocimiento, resultados del proyecto y beneficios y costes.

Una fase previa al empleo de esta metodología requiere la valoración de los resultados de los proyectos, lo que se puede llevar a cabo con la colaboración de los gestores de los proyectos o programas y los investigadores responsables de los proyectos. Uno de los factores de éxito en la aplicación de esta metodología se encuentra en el empleo de modelos de base teórica que muestren los flujos de los impactos de los proyectos. Debido a que esta técnica es iterativa, se sobreentiende que se produce una continua revisión de los modelos.

De las diferentes aplicaciones que se han hecho de esta metodología, los autores consideran que la más interesante es la que se llevó a cabo sobre 50 estudios de caso de proyectos financiados por el Departamento de Energía, División de Ciencias de Energía Básica (Bozeman y Rogers, 1998). Una de las principales motivaciones para llevar a cabo este proyecto fue la de observar que en numerosas ocasiones, la mayoría de los impactos más importantes debidos a las actividades de I+D financiadas con dinero público, generalmente no son tenidos en cuenta en absoluto. Como resultado de estos estudios de caso, se elaboró una lista de impactos que va más allá de los bien conocidos y más tradicionales, centrados en las publicaciones, patentes y licencias (los primeros como medida de los logros científicos y los segundos como medida de los tecnológicos). Una visión más amplia de los impactos implica analizar también los acuerdos de asistencia técnica para la industria por parte de los laboratorios, el desarrollo de software y algoritmos, lo cual, de acuerdo con los casos estudiados, es un aspecto relacionado con una menor colaboración entre laboratorios de investigación, pero mayor entre el laboratorio encargado de desarrollarlo y la industria; la formación de estudiantes; procesos tecnológicos y técnicas de fabricación o el uso común de instalaciones y

equipamientos como elementos adicionales que pueden arrojar luz sobre la valoración de los resultados finales alcanzados con el proyecto.

A modo de resumen se pueden mostrar una serie de ventajas e inconvenientes en el empleo de esta técnica, de modo que se pueda juzgar, en cada caso, la idoneidad de su uso. Así, entre las ventajas cabría citar:

- que consiste en una técnica que combina aspectos cualitativos con otros de tipo cuantitativos, por lo que los resultados finales pueden ser más robustos que los que se obtienen con la generación de valoraciones de un solo tipo, sea el que sea;
- que posee un gran poder de validación, es decir, de comprobación de las relaciones causales de las hipótesis en relación con los efectos, en comparación con otras técnicas y metodologías. La combinación de un análisis en profundidad con la aplicación de métodos sistemáticos implica que las inferencias de la metodología descrita tienen una base mucho más sólida que otras técnicas
- que resulta muy adecuada para llevar a cabo evaluaciones encaminadas a analizar los efectos finales de los programas.

Entre las desventajas más importantes habría que indicar:

- que las necesidades técnicas para aplicar la metodología son muy grandes e incluyen habilidades para llevar a cabo estudios de caso, modelización, desarrollos metodológicos y, sobre todo, y debido a la novedad de la técnica y la falta de un procedimiento estandarizado en su aplicación, ésta no resulta nada mecánica, lo que la dificulta en exceso;
- que no resulta demasiado adecuada cuando se pretenden evaluar los efectos que tienen lugar en el transcurso del programa o con programas en desarrollo en el momento de realizar la evaluación. El motivo es simple, se requiere cierto tiempo para poder medir los impactos y, al tratarse de una técnica de prueba y error, se precisa refinar y ajustar los modelos empleados para obtener un resultado válido. Esta característica hace poco útil su empleo en la evaluación de programas que se encuentran aún en curso;

- que resulta una técnica fundamental e inherentemente intensiva en recursos. El tratamiento cuantitativo de los casos depende esencialmente de la disponibilidad de información suficiente, es decir, de un número suficiente de casos (por lo general no menos de 30) como para que se puedan aplicar técnicas de análisis cuantitativas y de inferencia y, consecuentemente, los resultados se puedan considerar estadísticamente robustos.

En resumen, esta metodología se puede entender como una en la que se precisan una gran cantidad de recursos pero que, potencialmente, puede ofrecer un gran resultado con un profundo conocimiento final de los casos y una explicación sistemática de los impactos encontrados.

4.2.2. Enfoque de la Red Tecnoeconómica

Este planteamiento metodológico ha sido desarrollado por el grupo de investigación del Centre de Sociologie de l'Innovation (CSI) adscrito a la Ecole Nationale Supérieure des Mines de París, encabezado por Michel Callon pero que ha dado origen a una metodología empleada por el grupo de investigación que él dirige y aplicada sobre numerosos programas públicos de apoyo a las actividades de I+D en diferentes sectores y ámbitos geográficos. Ello podría conferirle, en primera instancia, una cierta capacidad de acomodarse a diferentes situaciones, generando resultados útiles sin necesidad de hacer grandes modificaciones metodológicas. Pero, posteriormente, profundizaremos sobre este extremo y las posibilidades reales de trasladar la metodología a otros contextos.

Una de las primeras aplicaciones del concepto de red tecnoeconómica que ahora se procede a describir, se ha efectuado sobre la Agencia gestora de los programas públicos sobre la energía, AFME (Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie)⁹⁰, con la misión de desarrollar políticas de promoción de un uso racional de la energía, la exploración de nuevas fuentes de energía y energías renovables, así como controlar el consumo de las materias primas.

⁹⁰ Actualmente esta agencia ha adoptado el nombre de ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) con responsabilidades adicionales sobre temas medioambientales.

En consecuencia, una gran parte de la actividad de esta agencia se dedica a la movilización de recursos destinados a la investigación en nuevas tecnologías. Debido al gran presupuesto destinado a la agencia, se hacía deseable evaluar la eficiencia de su actividad en la promoción de los objetivos señalados, para lo cual el CSI desarrolló una metodología basada en el concepto de red tecnoeconómica. Este concepto parte, obviamente de la consideración de una red, en este caso entendida como sistema de relaciones. Esta idea, por otro lado, no deja de ser una definición muy general y claramente referida, aunque de manera implícita, a un sistema de innovación. Considerando el ámbito de las relaciones y, de acuerdo con la definición de sistema de innovación, la red tecnoeconómica estaría constituida por el conjunto de *relaciones coordinadas* que existen entre los diferentes agentes que participan en un proceso de innovación. Es decir, el centro de gravedad del proceso de innovación dejaría de estar en la empresa, el centro de investigación o el consumidor, para pasar a la red de relaciones que existen entre todos esos agentes que participan del proceso.

Partiendo de este concepto, Callon desarrolla una metodología evaluadora de las actividades de AFME (y, posteriormente, sobre otro tipo de agencias y organismos públicos financiadores de actividades de I+D) que va más allá de una evaluación estratégica de los resultados ofrecidos por la agencia, para ir a analizar el impacto de esos productos sobre los temas científicos involucrados y actores que han participado en el desarrollo de los mismos. Esta concepción permite la generación de una red de agentes que participan en el desarrollo, modificación y, en definitiva, evolución de un determinado producto, a modo de sistema sectorial de innovación muy concreto y establecido para la solución de un problema específico. El objetivo final de esta metodología es ofrecer al cliente de la evaluación las características de una intervención óptima en apoyo de las actividades de I+D que se estén promocionando con la política concreta.

Para describir esta metodología es preciso recurrir al concepto de red tecnoeconómica que ya se introdujo en el apartado 3.4. A partir de la definición que allí se hacía de los diferentes polos en que se puede dividir el estudio de las relaciones tanto entre empresas como entre empresas y centros públicos de investigación, esta metodología resulta útil ya que evita los límites preestablecidos en las instituciones. Es decir, desde esta metodología tan importantes pueden ser las relaciones entre instituciones que dentro de las propias instituciones. En definitiva, para poder comprender la posición relativa de una empresa en el mercado o la de un centro público de investigación en su entorno científico, es preciso reconstruir el tipo de alianzas que

establece en las áreas de la ciencia y la tecnología. De esta manera es posible dar una respuesta más acertada a la creciente formación de redes y alianzas heterogéneas, tal y como ocurre actualmente. Además, el uso del concepto de red tecnoeconómica tiene otra ventaja, y es que ayuda a describir la organización como la suma de esas alianzas. Como se indicó anteriormente, la red tecnoeconómica queda caracterizada por sus integrantes y los intermediarios que circulan entre dichos integrantes. El análisis y cualificación del papel jugado por integrantes e intermediarios es lo que permite describir una red tecnoeconómica. En función de las características generales que presentan las redes de acuerdo con cuatro aspectos clave, se establece una tipología de las mismas de acuerdo con las siguientes categorías:

- *Redes lagunares o encadenadas*: esta primera distinción entre redes se establece para diferenciar aquellas en las que uno o más de los polos que constituyen la red no está presente o está infradesarrollado, es decir, para determinar el grado de completitud de la red. Así, aunque puedan existir relaciones entre ellos, éstas son frágiles y débiles. De este modo se pueden comparar redes entre, por ejemplo, regiones y diremos que una red en tecnología de alimentos en la región andaluza es, por ejemplo, lagunara con respecto a otra en la Comunidad Valenciana. De forma opuesta, cuando todos los polos que componen una red aparecen estrechamente relacionados, se dice que la red es encadenada. De esta manera es posible identificar los posibles grupos de actores o agentes, describir sus diferentes actividades y trazar un mapa de sus debilidades y fortalezas. La forma en que se describan los polos es la clave de esta tipología y metodología ya que los autores de la misma dejan bastante abierta la forma en que se puede proceder con la caracterización de los mismos⁹¹.
- *Redes dispersas o convergentes*: con esta nueva diferenciación se pretende hacer hincapié en el nivel de integración alcanzado por la red. Así en una red convergente y, por lo tanto, encadenada, las actividades de cada polo de la red están relacionadas entre sí y también existe una fuerte integración dentro de cada polo. Es decir, en una red convergente,

⁹¹ Tan sólo se hace la salvedad de que el principal aspecto para obtener buena información es hacer las preguntas adecuadas y, sobre todo, hay que tener presente que las respuestas variarán en precisión y fiabilidad dependiendo de los recursos que se empleen para conseguirlas, lo cual parece bastante obvio.

cualquier actor, independientemente de su posición en la red puede, en cualquier momento del tiempo, movilizar los recursos con que cuenta la red sin necesidad de incurrir en costosos procesos de adaptación, traducción o decodificación. Por lo tanto, cuando surge un problema dentro de una red convergente, es posible resolverlo fácilmente ya que todos los agentes que la integran, conocen las capacidades de los demás y saben, en todo momento, en qué disposición se encuentran. En el extremo opuesto se encontraría una red dispersa, en la que la relaciones entre los actores integrantes (dentro o entre polos) existe, pero son de escasa entidad y se requiere de esfuerzos extra para poder acometer problemas que surjan ya que no se tiene conocimiento de las capacidades de cada agente ni de la disponibilidad de los mismos. Para medir esta diferenciación en las redes, los autores proponen fundamentalmente dos tipos de indicadores. En primer lugar uno de tipo lingüístico: el grado en que los integrantes de una red empleen un lenguaje común y, sobre todo, sepan interpretarlo, determinará el grado de convergencia existente en la red. Otro indicador es el referido a los tipos de coordinación: formas unificadas en las estructuras organizativas, convencionalismos o acuerdos de colaboración son formas de probar la existencia de fuertes interacciones entre actividades, a menudo, muy heterogéneas.

- *Redes cortas y largas:* esta diferenciación se introduce para conocer la longitud de una red o número de integrantes. De este modo se puede decir que una red es larga, independientemente de que sea encadenada y/o convergente, si en ella se incluye toda una serie de actividades que discurren desde la investigación básica hasta los usuarios finales. La mayoría de los estudios demuestran que la existencia de este tipo de redes no es precisamente la norma general sino, más bien, la excepción. Por lo general, las redes sólo incluyen aquellas actividades técnicas que tienen que ver o resultan más próximas al mercado. En este caso se hablaría de redes cortas. Esta distinción parece que precisa de una aclaración más extensa ya que se puede entender una red corta como una red lagunar en la que los enlaces entre los polos de la ciencia y el polo técnico no existen. Bajo la idea de una red lagunar subyace la pretensión de que, con el tiempo, se puedan restaurar esas relaciones que faltan, mientras que para poder decir que una red es corta es preciso constatar

que ninguna acción que se lleve a cabo conseguirá mejorar el funcionamiento de la red hacia una forma más completa. De todas formas, de acuerdo con Callon, el que una red se pueda catalogar de larga o corta depende de la intensidad de las relaciones entre los agentes que la constituyen y de sus múltiples colaboraciones.

- *Redes polarizadas y no polarizadas:* esta última distinción se establece para tener en consideración la naturaleza de las interacciones que tienen lugar entre los diferentes agentes de la red, incluyendo todos los posibles colaboradores con que puedan contar. Esa variedad de colaboradores será indicativa de la existencia de diferentes formas de coordinación. Como es lógico, de los diferentes tipos de colaboración hay tres que están estudiados y resultan bien conocidos: las relaciones de mercado que conllevan las transacciones estudiadas en economía con profusión en las que se intercambia una información por un precio fijado previamente; las relaciones de jerarquía en las que una persona delega sobre otra la responsabilidad de la continuidad de una relación, su reorientación o modificación; y, por último, las relaciones de confianza que permite, por medio de relaciones de tipo informal, la anticipación de ciertas acciones. De todas formas, Callon considera otros tres tipos de relaciones cuya importancia se ha puesto de manifiesto por parte de la antropología de la ciencia: la primera se refiere a la concepción y puesta en circulación de artefactos técnicos, la segunda es el resultado de compartir un conocimiento científico común y la tercera se refiere a las capacidades humanas incorporadas que garantizan que aquellos agentes que las poseen son capaces de alcanzar acuerdos sobre la definición de situaciones y sobre las acciones a adoptar. Para Callon, la definición más habitual de red en el campo de la sociología es la de un colectivo en el que esos tres tipos de formas de coordinación juegan un mismo papel. En otras palabras, una red no se puede reducir simplemente a un mercado (coordinado por las transacciones que tienen lugar en él), una organización (coordinada a través de relaciones de jerarquía), un club (en el que la confianza es la forma de coordinación), un sistema socio-técnico (coordinado a través de artefactos técnicos), o una comunidad de especialistas (que se coordinan a través del conocimiento que poseen). Por el contrario, una red se puede entender como un híbrido entre todas

estas formas sin que, por supuesto, se pueda esperar un equilibrio entre las diferentes formas de coordinación. Lo habitual es que unas tengan una mayor presencia que otras. En este caso, se dirá que la red está polarizada: cuando no existe acuerdo, éste se puede alcanzar recurriendo, en último caso, bien a una autoridad jerárquica, bien a la naturaleza impersonal del mecanismo de mercado o bien al juicio de los expertos. En cambio, cuando no existe una forma de coordinación que prevalece sobre las demás, se entiende que la red no está polarizada. Esta última diferenciación es importante en el análisis de las políticas ya que las intervenciones públicas resultan más efectivas cuando se tienen en cuenta este tipo de situaciones que prevalecen sobre las demás.

Desde el punto de vista de la gestión pública de un programa, el enfoque de red tecnoeconómica ayuda a ofrecer una visión matricial de las intervenciones que se producen, de la participación de los agentes en la red y del papel que juegan los diferentes polos que la componen. Así, para alcanzar un objetivo fijado por la política es preciso completar la red si ésta presenta una apariencia lagunar. Cuando la red es completa pero la interacción entre polos resulta débil, ésta se puede hacer convergente si se favorecen las acciones de tipo estructural. Una vez que la red es completa y convergente llega el momento de retirar la política puesto que los objetivos habrán sido internalizados en una estructura duradera. Es cuando, de acuerdo con Callon, se puede hablar de que las *externalidades* han sido *internalizadas* por el sistema económico.

Esta perspectiva resulta muy atractiva si consideramos que una política pública es un paso intermedio hasta alcanzar la situación en que la intervención no resulta necesaria por más tiempo y las formas de coordinación que se han establecido se bastan por sí mismas para mantener un equilibrio duradero y estable entre los diferentes agentes. Por otro lado, la metodología deja bastante abierta la forma en que se puede llevar el análisis de las políticas, siendo éste el fin último que toda política debe perseguir: el servir de vehículo para alcanzar una situación en la que la no intervención pública es la pauta a seguir.

Asimismo, parece bastante simple la aplicación de esta metodología y, sobre todo, en apariencia presenta un carácter horizontal, que puede ser aplicada sobre cualquier intervención pública dirigida a fomentar las actividades de I+D e innovación, independientemente de las características que presenten los agentes sobre los que se

pretende influir o el contexto innovador. En definitiva, parece una metodología que se puede aplicar sobre cualquier sistema de innovación con posibilidades de éxito.

En Francia, por partir del lugar en que surge, es posible encontrar diversas aplicaciones de la misma. La del caso de la Agencia de la Energía, AFME, que ya se ha comentado o, mucho más próxima a los intereses del presente estudio, la que realiza Huault (1998) sobre el la política pública de apoyo al sector agroalimentario francés. En este caso, destaca el empleo de esta metodología para analizar las conexiones entre los diferentes agentes que integran el sistema agroalimentario en Francia. En el trabajo se exploran dos paradigmas que se pueden observar en la evaluación de las políticas públicas (De Brandt y Foray, 1991): el primero de ellos, el dominante en los años 50, estaba basado en el cálculo económico, la racionalidad de la elección presupuestaria, el análisis input-output o el análisis coste-beneficio. Mientras que el segundo es el que se ha desarrollado a partir de los trabajos del CSI y que desglosa en cuatro grupos de aspectos o categorías a tener en cuenta en la evaluación de una política pública. Las dos primeras responden a los cambios que ha sufrido el paradigma de la evaluación, del viejo al nuevo y tratan de tener a ambos en cuenta: por un lado la medición de los efectos económicos, lo que pertenecería al paradigma de la función de producción y, por otro, los cambios inducidos en las infraestructuras de investigación, que se relacionaría con el paradigma de red. Adicionalmente introduce otras dos categorías: la primera respondería a la necesidad de conocer el funcionamiento y calidad de la gestión efectuada sobre la política y la segunda se introduciría para caracterizar la “dinámica de las acciones”, es decir, la evolución del programa a lo largo del tiempo. El trabajo emplea esta metodología, de clara inspiración en los trabajos del CSI y de Callon, para evaluar el papel que ha jugado el Programa de Alimentos en el sistema Agroalimentario francés. Para ello recurre a una evaluación a un doble nivel: estudiando las dos primeras categorías a un nivel de *proyectos de investigación* y las otras dos a un nivel de *programa de apoyo*. Con ello, se pone de manifiesto la necesidad de recurrir a un doble planteamiento a la hora de analizar el papel jugado por una política pública: no basta conocer los resultados directos inducidos a través de los instrumentos que la política pone en juego para conocer con precisión el alcance de ésta. Es necesario profundizar a nivel de la gestión de la política en sí, para llegar a conocer en profundidad una serie de efectos, que bien se podrían considerar indirectos (retomando el lenguaje empleado en el uso de la metodología desarrollada por BETA).

En definitiva, este trabajo emplea la metodología desarrollada por Callon con algunas modificaciones para permitir un conocimiento más profundo de las gestión que

se ha llevado a cabo del programa de apoyo al sector alimentario en sus sucesivas convocatorias, lo que permite introducir, en cierto modo el análisis dinámico de la política. Con esta metodología se ofrece una visión más amplia de los efectos de tipo estructural así como económico que, de acuerdo con la metodología de Callon, son la base de un conocimiento más profundo de los resultados generados a través de las políticas públicas. En concreto, permite un conocimiento más profundo de lo que denomina “entorno tecno-económico del programa de alimentos”.

En cualquier caso, la aplicación de la metodología requiere de una serie de condiciones previas de aplicación que la pueden hacer inviable en situaciones concretas. Aunque la metodología establece una serie de características que pueden presentar las redes estudiadas en función de lo completas que se presentan, del grado de integración de los agentes que participan, del grado de desarrollo de los polos o del nivel de coordinación de los agentes en la red, es posible encontrar situaciones no descritas por ninguna de estas tipologías y que impiden la aplicación de esta metodología si no se introducen modificaciones para acomodarla a las circunstancias concretas a que se enfrenta el estudio que aquí se lleva a cabo.

Éste es precisamente el caso que interesa en la evaluación del PNTA como instrumento de fomento de las relaciones en el Sistema Alimentario de Innovación en España. Qué duda cabe que la metodología permite obtener información muy valiosa a un nivel mesoeconómico, para caracterizar estructuralmente los sectores económicos y los sistemas de innovación. Pero, como se pone de manifiesto en Fernández de Lucio, et al. (2003), el PNTA presenta una orientación claramente desde el punto de vista de la oferta o, si se prefiere, hacia la comunidad científica y el sector de la Alimentación es poco probable que participe en un programa cuyos objetivos no tienen una clara dirección en el sentido de cubrir las demandas de estas empresas. En otras palabras, la industria de la alimentación (y probablemente esto se puede extrapolar a cualquier sector y cualquier política) es poco probable que participe en el PNTA si entre los objetivos del mismo no aparecen reflejados los problemas a solucionar en esta industria. En consecuencia, la posibilidad de encontrar una red en tales circunstancias parece, cuando menos, poco probable. Ello obliga a reconducir la metodología para hacerla útil en el contexto señalado y marcarse como objetivo en su aplicación el de encontrar relaciones entre agentes, sin mayores pretensiones. Con ello, sí es posible hacer un uso aproximado de la misma. En primer lugar, se mantiene el espíritu de analizar tres aspectos cruciales del programa: los resultados a nivel económico, los resultados de tipo estructural en cuanto al fomento de las relaciones entre los agentes y la gestión del

propio programa. Este último aspecto aparece desdoblado en dos: por una parte la gestión llevada a cabo por las instituciones designadas por el Plan Nacional a tal efecto y, por otra, la gestión realizada por las estructuras de interfaz como elementos dinamizadores de las relaciones entre los agentes. Es posible que en este punto comience a tomar sentido lo expuesto en el apartado 2.5 de este estudio. Por otra parte, en el apartado 5.2 se muestra en detalle el diseño metodológico que se ha planteado para la evaluación del PNTA.

Con el repaso que se ha efectuado de las diferentes metodologías y enfoque metodológicos, tan sólo se ha querido poner de manifiesto la necesidad de combinar diferentes métodos y metodologías para poder profundizar en aquellos aspectos que más interesa evaluar en cada caso, con lo que la posibilidad de establecer unos estándares de evaluación para casos diversos resulta bastante complicado. Tan sólo pueden resultar de utilidad si las situaciones analizadas resultan extremadamente similares y si, por supuesto, el objetivo a evaluar es el mismo. De todos modos, el empleo de una metodología, con las variantes pertinentes, sí que parece que se puede extender a diferentes ámbitos siempre que éstos permitan recavar la información necesaria para poder aplicar dicha metodología. Así, por ejemplo, una aplicación de la metodología que se ha desarrollado para el presente estudio, sobre otro programa público diferente al aquí analizado, precisaría de la recopilación de información relativa a contratos bilaterales específicos del área entre los agentes participantes. El resto de información, con las lógicas salvedades de acceso a la misma, es el resultado de ayudas públicas y es posible acceder a ella. En este sentido, la metodología empleada en este estudio, al igual que la diseñada por Callon, no demanda grandes cantidades de información y, sobre todo, no es especialmente dificultosa en su obtención.

PARTE III: LA EVALUACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

5. LA EVALUACIÓN DEL PNTA: INTRODUCCIÓN

El Plan Nacional de I+D, que inició su andadura en 1988, ya muestra una cierta trayectoria como para plantearse la necesidad de evaluar su adecuación a los fines para los que fue diseñado con el fin de ir cerrando el ciclo de la política en relación con cada uno de esos fines. Como se ha mostrado previamente, la estructura general del Plan es la de un conjunto de programas de carácter vertical entre los que se encuentra el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos (PNTA), objeto del presente estudio. Dichos programas se encuentran cruzados por otros de carácter horizontal, que complementan a los anteriores y cuya finalidad es la de dotar a los participantes en cada programa con los recursos necesarios para llevar a cabo las propuestas de proyectos que solicitan.

El PNTA también comenzó a financiar acciones en 1988. La evaluación que podría hacerse de un programa público de apoyo a las actividades de I+D e innovación sería muy diferente en función de los objetivos marcados en dicha evaluación. En este caso, el interés principal, pero no único, se centra en analizar, caracterizar y evaluar en qué medida el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos ha sido una herramienta eficaz para articular un sistema alimentario de innovación en España y, en definitiva, para el fomento de relaciones entre los participantes en el mismo, ya sean del entorno científico, del tecnológico o del productivo. La razón es que se trata de uno de los objetivos marcados por el propio programa, como ya se indicó precedentemente. La valoración de la consecución de este objetivo de tipo estructural no se puede llevar a cabo con indicadores de uso extendido y generalmente aceptados, ya que no existen, por lo que la evaluación realizada se ha basado en una metodología *ad-hoc* pero que bien pudiera ser replicada con posterioridad y sobre otra herramienta de política de I+D similar, quedando salvaguardado de este modo la idoneidad de la aplicación de la misma

sobre el caso concreto que aquí se refleja. Asimismo, y debido a que el uso de cierta información da pie a ello, se muestran también los resultados que han generado los diferentes participantes en el Programa. La razón para hacerlo se puede buscar en la necesidad de contextualizar el principal objetivo de este estudio: la articulación fomentada con el programa. Es decir, no se puede perder de vista que la consecución de un determinado objetivo (en este caso, la articulación de un sistema de innovación), conlleva el dar ciertos pasos previos, pasos que se pueden interpretar como reflejo de la generación de resultados de tipo científico y/o tecnológico con la participación en el PNTA.

Hasta la actualidad han sido pocos los ejercicios de evaluación *ex-post* de las acciones financiadas a través del Plan Nacional de I+D debido, entre otros motivos, a la falta de una estructura adecuada para acometerlas⁹². Dicha carencia ya se percibe desde la propia redacción del Plan Nacional: la única mención que se hace a la evaluación del mismo más bien parece una declaración de intenciones que una fase propia del Plan, como la de cualquier otra acción de política pública que esté correctamente estructurada de acuerdo con el ciclo de diseño, implementación y evaluación preconizado por las más altas instituciones, como por ejemplo, la OCDE o la Unión Europea. Pero además, es muy difícil encontrar en España ejemplos de evaluaciones efectuadas sobre políticas públicas, cualesquiera que sean sus fines, es decir, la tradición evaluadora de las acciones públicas es prácticamente inexistente, lo que es una constante en los países europeos del sur y que contrasta con lo que sucede en los del norte. Partiendo de esta base tan débil, parece sensato acometer cuanto antes esta labor, en primer lugar, porque los recursos que están en juego son escasos y si, a través de esta política no dan sus frutos, será preciso orientarlos hacia otros fines. Además, resulta esencial cerrar el ciclo de la política para poder reorientar la labor de políticos y gestores, lo cual sólo es posible si se ofrece una evaluación independiente de los resultados alcanzados y se contrastan con los objetivos inicialmente marcados. Por último, y poniendo en relación los dos puntos anteriores con el propio Plan Nacional de I+D, de acuerdo con las cifras que se muestra en el Cuadro 6, el presupuesto manejado por el Plan Nacional representa un montante suficientemente importante como para no conocer en profundidad cómo ha sido

⁹² Se podría pensar que dicho papel es llevado a cabo por la ANEP, pero su función evaluadora se circunscribe exclusivamente al campo de la evaluación *ex-ante* de las propuestas de proyectos, y tan sólo desde un punto de vista gestor, con objeto de seleccionar aquellas que recibirán financiación en cada uno de los programas que integran el Plan Nacional a propuesta de los expertos que realmente llevan a cabo la evaluación de las mismas. Quizás una mayor dotación de medios humanos lo podría revitalizar al permitirle realizar unas funciones que son un imperativo del ciclo de vida de una política pública, que actualmente ningún organismo lleva a cabo y que, por definición de la propia ANEP, encajan en su perfil institucional. Si bien es cierto que ello requeriría de un alto grado de independencia, de la cual actualmente carece.

empleado y los frutos que ha dado. En dicha tabla se muestra cuál ha sido la evolución de dicho presupuesto desde el inicio del Plan Nacional hasta el año 2000. Se ha optado por ofrecer una perspectiva temporal superior a la de este estudio con objeto de mostrar el esfuerzo real que representa la financiación del Plan Nacional y si dicho esfuerzo es creciente o, si por el contrario, está disminuyendo en términos reales en las sucesivas convocatorias del Plan, lo cual también es representativo de la importancia que se le da a las políticas de ciencia y tecnología en España. En dicha serie se aprecia cómo se ha ido incrementando, en términos nominales, el presupuesto destinado al Plan Nacional en sus sucesivas convocatorias, aunque, en términos reales, se observa un claro cierto estancamiento desde 1994, para terminar descendiendo desde 1998.

Cuadro 6. PRESUPUESTO DEL PLAN NACIONAL DE I+D PARA LA FINANCIACIÓN DE LAS ACCIONES ENTRE 1988 Y 2000. CIFRAS EN MILLONES DE EUROS.

	PRESUPUESTO DEL PLAN NACIONAL DE I+D (precios corrientes)	PRESUPUESTO DEL PLAN NACIONAL DE I+D (precios constantes de 1995) ⁹³
1988	78,40	97,67
1989	118,42	139,93
1990	145,59	164,40
1991	119,72	128,65
1992	111,46	116,24
1993	123,32	127,72
1994	130,87	132,83
1995	134,78	134,78
1996	139,79	135,70
1997	137,89	131,99
1998	149,02	139,87
1999	144,37	129,84
2000	141,92	124,50

Fuente: Memorias del Plan Nacional de I+D (CICYT) y elaboración propia.

En el apartado 2.4.3 se introdujo brevemente lo que ha significado hasta ahora la evaluación de las políticas públicas de I+D en España. A continuación, se profundiza sobre este aspecto con objeto de enmarcar el presente trabajo dentro del proceso de evaluación en España y en el área de tecnología de alimentos para mostrar los diferentes enfoques empleados y el tipo de resultados alcanzados. Con carácter general sólo es

⁹³ La anterior serie ha sido deflactada por el PIB de España a precios constantes de 1995 publicada por el Banco de España.

posible encontrar un ejercicio de evaluación ex-post del Plan Nacional en la memoria del mismo publicada en 1993 y que recoge una valoración del cuatrienio 1988-1991 (CICYT, 1993), que se corresponde con el I Plan Nacional de I+D. Con posterioridad a esta memoria no se ha llevado a cabo nada parecido sobre el conjunto del Plan Nacional. Si uno se circunscribe al ámbito de los programas, como unidad de análisis más compacta y, presumiblemente, más apta para evaluar, este ejercicio de evaluación ex-post tan sólo aparece aplicado sobre tres de los programas que componen el Plan Nacional: el de Salud, el de Investigación y Desarrollo Farmacéutico y el de Nuevos Materiales. Estas evaluaciones han sido llevadas a cabo por el grupo de trabajo del Instituto de Estudios Sociales Avanzados (IESA-CSIC) en las que aplican la que denominan “metodología dual” (Espinosa de los Monteros, et al., 1994; 1995a; 1995b) consistente básicamente en analizar estadísticamente los datos de carácter cuantitativo que se pueden obtener sobre las ayudas concedidas en el marco de los distintos programas para la realización de proyectos. Ello se complementa con información, igualmente cuantitativa, obtenida a partir de un cuestionario. Los resultados que ofrece tal metodología se centran en estadísticos sobre financiación aportada por el programa en cuestión y resultados obtenidos en forma de publicaciones, personal formado y patentes, como variables más destacadas.

Por otro lado, también aparecen evaluaciones ex-post de ciertos instrumentos empleados con carácter horizontal en los diferentes programas que integran el Plan Nacional con objeto de financiar proyectos: dentro de esta categoría uno puede estudiar la evaluación que se ha llevado a cabo sobre el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) (Fontela, et al., 1992) que proporciona ayudas para la realización de proyectos de investigación competitivos a desarrollar por empresas en colaboración con centros públicos de investigación. Dicha evaluación se centra por una parte, en el propio CDTI como organismo gestor de las ayudas a la realización de actividades de I+D en las empresas y, por otra, en los diferentes instrumentos que gestiona. De éstos, los proyectos Concertados son instituidos por el Plan Nacional de I+D para financiar proyectos competitivos en empresas en colaboración con centros públicos de investigación. Este instrumento tiene un carácter horizontal, en el sentido de que existen en todos los programas que integran el Plan Nacional de I+D. Si bien la evaluación de este instrumento también es necesaria para conocer en qué medida ha servido a los fines de poner en relación empresas con centros de investigación, el ejercicio realizado por los autores del estudio citado, queda en un mero repaso estadístico de los fondos destinados al mismo y el tipo de empresas que lo ha empleado, sin que nada se haya evaluado

sobre el fin último del instrumento: promover las relaciones entre empresas y centros de investigación.

Por el contrario, Acosta y Modrego (2001) sí realizan una evaluación de este mismo instrumento centrándola en su papel de fomento de las relaciones entre centros públicos de investigación y empresas. Para ellos, este tipo de relaciones “constituye un elemento estratégico del proceso de innovación en los sectores productivos y para el logro de una mejor planificación y explotación de los recursos suministrados al sector público para la investigación”. De todos modos, este trabajo se centra en el análisis e identificación de los factores que determinan la financiación aprobada para cada proyecto y no tanto en los factores que llevan a los solicitantes de los proyectos a establecer la relación, ni si dicha relación se mantiene, intensifica o se pierde tras realizar el proyecto común. En cualquier caso, del trabajo se desprende una conclusión de gran valor y que indica que la relación entre estos dos tipos de organizaciones, siempre a través de los proyectos concertados, depende más de la capacidad de la empresa por producir y rentabilizar la I+D que se genere en la colaboración que de la capacidad del centro de investigación por generar nuevo conocimiento. La consecuencia inmediata que se desprende es la necesidad de conocer la capacidad de absorción⁹⁴ de la empresa que lleva a cabo el proyecto en colaboración para poder establecer un nivel mínimo a partir del cual parece coherente que las empresas se implicarán en la realización de actividades de I+D conjuntamente con centros públicos de investigación. Por lo tanto, un resultado importante que se extrae de este trabajo se refiere a la forma en que se ha financiado la participación de las empresas en este tipo de proyectos conjuntos: sin que sea concluyente, sí que parece que el CDTI ha tendido a favorecer más ligeramente, con un mayor nivel de financiación en el proyecto, a aquellas empresas con un menor tamaño y las grandes empresas, con grandes departamentos de I+D han recibido una financiación más reducida. También parece desprenderse de este estudio que las empresas que acuden a la financiación pública a través de este instrumento, lo hacen porque previamente ya han colaborado con el centro de investigación con el que concurren o, al menos, han colaborado con algún otro previamente.

Para terminar con este repaso de la literatura, hay que mencionar el trabajo de Mora-Valentín et al. (2003) y de Criado et al. (1993). El primer estudio se centra en el

⁹⁴ La literatura sobre capacidad de absorción de las empresas es muy amplia. Podemos centrar sus orígenes y definición del término aludido en los trabajos de Cohen y Levinthal (1989, 1990), que han dado origen a una floreciente corriente de investigación sobre los condicionantes de las empresas para emprender actividades de I+D, las posibilidades de rentabilizar comercialmente esas investigaciones y cómo repercute en sus niveles de competitividad.

análisis del impacto de una serie de factores contextuales y organizativos sobre el éxito de los acuerdos de cooperación en investigación entre empresas y CPI entre los años 1995 y 2000. Entre los factores más destacados que afectan el éxito de tales relaciones los autores encuentran que, por lo que respecta a las empresas, los compromisos, relaciones previas y la definición de objetivos claros son los más determinantes, mientras que para los CPI los más destacados hacen referencia a relaciones previas, confianza, compromiso y reputación del socio como principales factores de éxito en la relación. Desde el punto de vista de la gestión, los autores ponen en evidencia la necesidad de que los acuerdos de colaboración entre CPI y empresas se basen, sobre todo, en las fases iniciales, en una clara definición de objetivos y con socios que gozan de una cierta reputación. Es más, la acumulación de experiencias previas parece ser también una buena base sobre la que establecer un nuevo acuerdo. A todo ello, indican los autores, puede contribuir decididamente, una gestión más activa de este tipo de relaciones por parte de unidades externas a las empresas y los CPI. En el segundo de ellos (Criado, et al., 1993), los autores efectúan una primera evaluación de carácter económico de los resultados generados en el Programa Nacional de Materiales (PNM) entre los años 1988 y 1992, período que coincide con el Primer Plan Nacional de I+D. Pero además, uno de los resultados más llamativos es el que ofrecen al relacionar los objetivos científicos marcados por el PNM y bajo los cuales se han financiado los proyectos de I+D llevados a cabo por los grupos de investigación de esta área y las demandas de la industria de la cerámica, plasmadas en los temas que se han propuesto por este entorno en los Proyectos Concertados y los de Desarrollo Tecnológico⁹⁵, gestionados ambos por el CDTI. Del análisis de esta variable, los autores aprecian una fuerte disociación entre las demandas de la industria y los intereses de los investigadores, desequilibrio que se antoja más evidente cuando la comparación se realiza entre los intereses reflejados en los proyectos en los que sólo han intervenido empresas, sin participación de CPI alguno. Los autores apuntan como posible causa de la disociación el que la administración haya apostado desde el Plan Nacional y el PATI por el apoyo de las tecnologías punta, sin fijarse en que el tejido productivo sobre el que tenían que afectar está compuesto esencialmente por empresas de sectores más maduros, de demanda media o débil, relegando la promoción de tecnologías ligadas a las demandas sociales e impulsando, por el contrario, el desarrollo de tecnologías frontera para las que el tejido industrial no está preparado. Este desequilibrio ha sido apuntado en numerosas ocasiones en relación

⁹⁵ Este tipo de herramientas de interrelación entra dentro de la financiación concedida por otro programa, el PATI (Plan de Actuación Tecnológico Industrial) ya suprimido del esquema nacional y que era impulsado desde el extinguido Ministerio de Industria.

con la política tecnológica general que se ha impulsado en España que, fundamentalmente apuesta por sectores de futuro y tecnologías punta como solución y salida a las disfunciones y debilidades del sistema de ciencia y tecnología y de la estructura industrial de España. En conclusión, para los autores de este estudio, “el Plan Nacional de I+D ha actuado como orientador de las actividades de investigación, ordenando el potencial de I+D según las prioridades diseñadas, con lo que se reconoce el papel *catalizador* del Plan” (Criado, et al., 1993:195).

Donde se ha encontrado un trabajo más próximo al que aquí se presenta pero, desgraciadamente, fuera del contexto español, es en Huault (1998), trabajo del que ya se habló en el apartado 4.2.2. Como ya se mostró, esta tesis está basada en la aplicación de la metodología de las redes tecnoeconómicas desarrollada por Callon y, en este caso concreto, estudia las relaciones que se han fomentado entre los agentes participantes en los diferentes programas de apoyo a la investigación en Agroalimentación en Francia. Entre los resultados que alcanza, hay que destacar los que tiene que ver con los efectos estructurales impulsados por la política pública evaluada. Pero el trabajo también dedica una parte importante a considerar los efectos económicos. La aplicación de la metodología de Callon lleva al autor a ofrecer finalmente una visión del papel que ha desempeñado el Programa evaluado en la consecución de los efectos estructurales y económicos mostrados previamente. Una importante novedad que ya avanza es la inclusión en un terreno que no se suele relacionar con la evaluación de las políticas públicas, que es el de la gestión que se lleva a cabo del programa evaluado.

Por último, y como un trabajo previo a este estudio, hay que citar a Fernández de Lucio et al. (2003) que presentan una primera aproximación al estudio de las relaciones fomentadas por el PNTA centrandó el trabajo sobre el caso de la Universidad Politécnica de Valencia y que, posteriormente a lo largo de este capítulo, se repasará en profundidad. Este trabajo, ya anticipa que uno de los pilares sobre los que descansa la evaluación estructural del programa es en la evaluación de la gestión que se ha llevado a cabo del propio programa.

En definitiva, los antecedentes sobre evaluaciones de las relaciones fomentadas por una política pública entre los agentes de un Sistema de Innovación, en relación con España son muy escasos debido, en primer lugar, a una falta de tradición en la práctica de la evaluación y, segundo, a una falta de consolidación en los planteamientos estructuralistas que implica la falta de atención de políticos y gestores por controlar los objetivos que se fijan con base en esos planteamientos. Por consiguiente la literatura que

analiza dichos efectos en relación con la aplicación de política públicas o bien resulta muy incipiente o bien muy superficial en el tratamiento. Hay que recordar que para poder evaluar una acción o actividad hay que haber determinado previamente y con extremada claridad los objetivos que se persiguen alcanzar con esa determinada acción, de lo contrario, la evaluación no servirá para ofrecer una “medida” de lo alcanzado ni indicaciones de cómo acercarse más y mejor al objetivo deseado.

5.1. El marco general de análisis del Programa

Una vez fijados los objetivos que se han marcado en la evaluación del Programa Nacional de Tecnología de Alimentos y tras mostrar la literatura más relevante en relación con el caso concreto llevado a cabo en este estudio, se procede a establecer el marco general en que se ha desarrollado el programa evaluado. Es decir, en los planteamientos iniciales del trabajo se puso de manifiesto que éste se enmarcaba en la economía de la innovación desde el punto de vista de un planteamiento sistémico como aproximación al fenómeno de la innovación. Como tal, se ha adoptado el modelo desarrollado por Fernández de Lucio y Conesa (1996) que ya se describió en el apartado 3.5 y cuya aplicación, de manera concisa, precisa del estudio de cuatro entornos (financiero, científico, tecnológico y productivo) y de las relaciones que tienen lugar entre ellos para su determinación y caracterización. Por ello, a continuación se procede al análisis del primero de ellos: el entorno financiero, con el fin de conocer cuáles son los instrumentos con que cuenta el PNTA para su funcionamiento, en qué consisten y cómo se gestionan. Además, se mostrará cómo se estudian y analizan dichos instrumentos en relación con los objetivos concretos de este estudio, así como la forma en que acceden y participan en el programa los centros públicos de investigación y centros tecnológicos, es decir, los *entornos científico y tecnológico* del Sistema. A continuación se procederá a caracterizar el Sector Español de Alimentación, Bebidas y Tabaco (IABT) o *entorno productivo* al que está dirigido el programa. Este apartado merece una especial atención ya que, desde los poderes públicos, se suele manifestar que la escasa participación de las empresas en las actividades de I+D e innovación⁹⁶ impiden un desarrollo económico más veloz en la economía española. Por lo tanto, es preciso conocer en profundidad cuales son las características de este sector al objeto de saber si la escasa participación de la IABT

⁹⁶ En alusión a la ratio de gasto en I+D ejecutado por el sector público y el privado, publicado por el INE.

responde a un comportamiento generalmente extendido entre las empresas españolas o si, por el contrario, posee unas características diferenciadoras que lo llevan a tener una mayor o menor participación en dichas actividades. Por último se procederá a mostrar el marco metodológico empleado: información utilizada y como se empleará en el análisis para buscar si el programa ha servido al fin de fomentar las relaciones entre los diferentes agentes o entornos que constituyen el Sistema Español de Innovación en el sector de la Alimentación.

5.1.1. El entorno financiero del Sistema de Innovación Alimentario

El Programa Nacional de Tecnología de Alimentos es integrante del Plan Nacional de I+D desde 1988, año en que comienza a financiar actividades de I+D. La estructura general de este programa, en relación con los instrumentos de financiación con que cuenta, es idéntica a la del resto de programas nacionales que conforman el Plan. De ellos, los más destacados a los que se ha recurrido a fin de analizar el posible fomento de la articulación llevado a cabo por el Programa, son los tres siguientes:

- *Proyectos de I+D:* consistentes en ayudas económicas destinadas a la financiación de actividades de I+D de carácter competitivo. Estas ayudas están reservadas a centros públicos de investigación y son gestionadas a través de la CICYT. Comienzan a otorgarse en 1988 con una duración máxima de tres años tras un proceso de evaluación de las propuestas que es gestionado por la ANEP en colaboración con investigadores de prestigio que actúan como “calificadores científicos” de la calidad de las propuestas. Dicho proceso consiste básicamente en evaluar el valor científico de la propuesta así como del equipo investigador solicitante, sin que ello suponga analizar en profundidad la oportunidad económica que, para el sector de la alimentación, pudiera representar el proyecto⁹⁷. Con posterioridad a la evaluación científica, sí se procede a una evaluación socioeconómica de la propuesta que se denomina valoración de la “oportunidad económica” que lleva a cabo una comisión integrada por 31

⁹⁷ Ya se indicó anteriormente que el comité de evaluación de las propuestas de financiación de los diferentes programas estaba integrado fundamentalmente por investigadores de prestigio del área concreta que se tratara, sin que en dicho comité hubiera empresarios del sector al que pudiera afectar las investigaciones desarrolladas en un determinado programa del Plan Nacional.

gestores y 26 colaboradores⁹⁸. Esta comisión emite un informe con una recomendación sobre la financiación de propuestas que es remitido a la Comisión de Selección para una evaluación global. La decisión final será adoptada, por tanto por esta comisión escuchadas la ANEP y la comisión encargada de evaluar la oportunidad económica.

- *Acciones PETRI:* el Programa de Estímulo a la Transferencia de los Resultados de la Investigación (PETRI) comienza a dotarse de presupuesto en 1989 con el objeto de fomentar la transferencia de resultados de la investigación del entorno científico al productivo. A tal fin se instrumentan en 1989 las Acciones PETRI, consistentes en ayudas económicas que favorecen esa transferencia de resultados. Los solicitantes de tales ayudas son los centros de investigación, pero deben ir acompañados de alguna empresa. La duración media de las mismas es de año y medio y la gestión también es llevada a cabo por la CICYT, pero desde una unidad diferente a la que gestiona las anteriores ayudas. La evaluación de las propuestas se deja en manos de la ANEP, que empleará los mismos criterios de calidad científica que en los Proyectos de I+D.
- *Proyectos Concertados:* estas ayudas consisten en realidad en créditos blandos para realizar proyectos de innovación. Dichos créditos están sujetos a su devolución en caso de que, tras la evaluación de los resultados alcanzados con el proyecto, se considere que dichos resultados representan un éxito o que se han alcanzado los objetivos perseguidos en el proyecto. En consecuencia, las ayudas se destinan a las empresas, pero siempre que vayan acompañadas por un centro de investigación o tecnológico en su solicitud y desarrollo. Esta modalidad de ayuda también comienza a otorgarse desde 1988 y su gestión será transferida al CDTI como ente más próximo al entorno empresarial⁹⁹. La evaluación de las

⁹⁸ Este fue el equipo que integró la comisión encargada de evaluar la oportunidad económica de las propuestas presentadas en el 2003.

⁹⁹ Podría pensarse que este organismo realiza las funciones de una estructura de interfaz al ayudar a empresas y centros de investigación a ponerse en contacto para desarrollar proyectos concertados u otro tipo de ayudas que también gestiona. La realidad es bien diferente ya que el CDTI, por origen y tradición, nunca ha desarrollado las tareas propias de una estructura de interfaz. Tan sólo se ha encargado de la gestión económica de tales ayudas sin que esa gestión haya implicado, en ningún caso, la puesta en comunicación de agentes de los entornos productivo y científico. El peso de la tradición es, una vez más, el determinante de que se pierda una oportunidad única de otorgarle a una unidad como el CDTI una serie de funciones que habrían sido clave a la hora de acercar los entornos sobre los que puede ejercer su influencia.

propuestas es llevada a cabo por un panel de expertos pero siempre con la gestión de la ANEP.

Existen otros tipos de ayudas financieras que a continuación se enumeran y describen brevemente:

- *Proyectos Integrados*: su objetivo es el desarrollo de productos o procesos de gran envergadura que, por tal razón, "integran" diversas tecnologías y precisan para su desarrollo la participación de diversos grupos de investigación de centros públicos y de empresas.

- *Infraestructura científico-técnica*: importante eje de actividad cuyo objetivo esencial es proporcionar a las instituciones y grupos de investigación el equipamiento necesario para garantizar la eficaz realización de sus proyectos de investigación. Las dotaciones para infraestructura se destinan fundamentalmente a la adquisición de grandes instrumentos científicos y al equipamiento de talleres y servicios generales de los centros públicos de investigación y de las entidades de investigación sin ánimo de lucro.

- *Acciones especiales*: se trata de actuaciones específicas y puntuales destinadas a complementar y apoyar la ejecución de los proyectos de investigación, tales como la preparación de proyectos europeos, seminarios, reuniones de expertos, etc.

- *Formación de personal investigador*: este eje de actividad se ha considerado un elemento esencial para afrontar una de las deficiencias históricas del Sistema español de Ciencia y Tecnología, la escasez de personal investigador, cuyo incremento es un factor decisivo para el futuro desarrollo científico y tecnológico del país. La formación del personal investigador tiene dos vertientes: la formación de nuevo personal y el perfeccionamiento del existente; además, el proceso puede extenderse más allá de las fronteras nacionales. Para cubrir en lo posible todos los aspectos mencionados, en 1988 y dentro del marco del Plan Nacional se creó el Programa Nacional de Formación de Personal Investigador, de carácter horizontal, para atender las necesidades específicas del Plan en materia de formación de personal docente e investigador; se complementa con el Programa Sectorial de Formación del Profesorado y Perfeccionamiento de Personal Investigador del Ministerio de Educación y Ciencia, programa que se encuentra integrado igualmente en el Plan Nacional y cuyos objetivos son, en parte, coincidentes con el anterior. Gracias a ambos programas ha tenido lugar una significativa evolución en cuanto a formación de personal, que se articula mediante los subprogramas de Formación de Postgrado en España y en el extranjero, de Perfeccionamiento de Doctores

y Tecnólogos en España y en el extranjero, y de Intercambio de Personal Investigador entre Industrias y CPI. En la medida en que la información sobre la formación de personal está incluida en los informes finales de los proyectos de I+D, que han sido una fuente primaria de información, se ha optado por no emplear la información procedente de estos otros programas al objeto de evitar duplicidades.

En consecuencia, en este estudio se ha prescindido de la información que proporcionan estos otros tipos de herramientas por considerar que no son directamente responsables del establecimiento de relaciones entre este tipo de centros y las empresas. Asimismo, los centros de investigación pueden solicitar otro tipo de ayudas al Plan Nacional tales como becas para la incorporación de personal de post grado con el fin de formarlo para su posterior integración en el sistema de innovación. Estas ayudas proceden de programas de corte horizontal, es decir, en igualdad de condiciones para todos los programas del Plan Nacional. La información procedente de tales ayudas ya aparece incorporada a través de los proyectos de I+D, a los que se asocia la concesión de dichas becas.

De la descripción del tipo de ayudas financieras ya se desprende cuál es el entorno financiero que proporciona la administración dentro del sistema alimentario de innovación. A la labor de las dos unidades de la CICYT encargadas de la gestión de los proyectos de I+D y las acciones PETRI así como del CDTI haciendo lo propio en el caso de los proyectos concertados hay que añadir las respectivas administraciones autonómicas, que conceden ayudas similares en el marco de sus programas de desarrollo de I+D propios. Asimismo, se pueden solicitar ayudas en el ámbito de la Unión Europea. Los tres niveles de administración indicados representaría la parte pública del entorno financiero. A ello habría que incorporar aquellas fuentes de financiación privada consistentes en entidades de capital-riesgo, capital-semilla, y entidades bancarias dispuestas a invertir capital en actividades de I+D e innovación en el área de tecnología de alimentos. Sin ánimo de resultar impreciso o parcial hay que indicar que la financiación de actividades de I+D e innovación en cooperación entre centros públicos de investigación y empresas se encuentra restringida al ámbito público, sin que se hayan encontrado trazas de financiación de estas actividades por parte de entidades de tipo privado.

Por lo tanto, el entorno financiero que ha participado en el sistema de innovación alimentario español se puede decir que queda circunscrito al papel de las administraciones públicas en sus ámbitos autonómico o local, nacional y europeo,

siempre analizadas desde su papel como ente financiador, pero no como participante en el programa. Ciertamente, se puede alegar que el fomento de las relaciones va más allá del establecimiento de fronteras marcadas por el ámbito de influencia de una determinada administración. Por lo tanto, se podría pensar que también es preciso analizar la información proveniente de las ayudas proporcionadas por las administraciones regional o europea. Pero si se quiere analizar el papel de una política pública en concreto, resulta imprescindible tratar de aislar, en la medida de lo posible, la influencia de esa política del resto de políticas que pretenden influir sobre el mismo sujeto. De lo contrario, nada se podría concluir en relación con los efectos de una política concreta y será imposible ayudar a políticos y gestores en el establecimiento de directrices futuras en el funcionamiento de dicha política. Siendo conscientes de la limitación que ello implica, el Cuadro 7 representa el montante financiero que ha supuesto el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos, en comparación con otros programas del Plan Nacional de I+D y con el total de financiación gestionado por el propio Plan desde sus orígenes con la intención de mostrar la magnitud del PNTA en relación, primeramente con el propio Plan Nacional y, en segundo lugar, en relación con otros dos programas que han constituido desde los orígenes del Plan Nacional dos de los “buques insignia” de la política científica nacional.

Cuadro 7. MAGNITUD DEL PROGRAMA NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS EN RELACIÓN CON OTROS PROGRAMAS Y EL PLAN NACIONAL DE I+D. CIFRAS TOTALES EN MILLONES DE EUROS

	Plan Nacional de I+D	Programa Nacional de Tecnología de Alimentos		Programa Nacional de Biotecnología		Programa Nacional de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	
	Total Fondo Nacional	Total del Programa	% sobre Plan Nacional	Total del Programa	% sobre Plan Nacional	Total del Programa	% sobre Plan Nacional
1988	78,39	3,77	4,8%	7,84	10,0%	8,61	11,0%
1989	118,42	5,68	4,8%	10,88	9,2%	11,66	9,8%
1990	145,59	7,11	4,9%	14,10	9,8%	15,11	10,6%
1991	119,72	6,42	5,4%	7,11	5,9%	12,44	10,4%
1992	111,46	5,49	4,9%	10,10	9,1%	19,63	17,6%
1993	123,32	5,75	4,7%	8,57	6,9%	18,06	14,6%
1994	130,87	7,05	5,4%	10,87	8,3%	20,66	15,8%
1995	134,78	7,62	5,7%	11,82	8,8%	21,64	16,1%

Fuente: Memorias del Plan Nacional de I+D (CICYT).

Las cifras que recoge el cuadro anterior, en relación con los tres Programas indicados, hacen referencia al montante financiero gestionado en cada programa para cada una de las herramientas con que cuentan. En primer lugar se aprecia que la participación del PNTA oscila entre el 5 y el 6% (siendo el promedio del período analizado del 5,1%) del total de los fondos destinados desde el Plan Nacional, cifra algo inferior a la de la participación de otro programa importante como es el Programa Nacional de Biotecnología (con una participación promedio del 8,3%), con la diferencia de que el PNTA ha ido aumentando progresivamente su participación y no así ha ocurrido con el de Biotecnología, que ha sufrido grandes oscilaciones. El caso del Programa Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones es claramente diferente: presenta una participación, en promedio para el período completo, que ronda el 13,5% y tampoco muestra grandes oscilaciones en la financiación anual. Estas cifras sirven para estimar la importancia que se le ha concedido a la tecnología de alimentos dentro de la política tecnológica, que aunque siempre ha estado presente en las diferentes ediciones del Plan Nacional, su participación no es, ciertamente, de las más destacadas en relación, por ejemplo, con la participación de la Industria de la Alimentación, Bebidas y Tabaco (IABT) en el PIB industrial nacional (16,97% en 1995) o con el empleo que absorbe este sector en relación con todo el empleo de la industria española (16,74% EDP en 1995). Pero, ciertamente, si se presta atención a los indicadores del gasto de este sector en I+D, que supuso el 3,1% del total del gasto ejecutado por las empresas españolas en el 2001, la participación del PNTA en el Plan Nacional no desmerece tanto. En el apartado siguiente se profundizará en estas cifras y en la participación de la IABT en las actividades de I+D e innovación.

Para ahondar en las características del entorno financiero que afecta al Sistema alimentario de innovación en España es preciso conocer las unidades que se encargan de la gestión desde el Plan Nacional. En este sentido, y como ya se ha puesto de manifiesto anteriormente, hay que destacar, primeramente, la existencia de tres unidades gestoras, una para cada herramienta analizada, lo cual es sintomático de la necesidad de una gran coordinación para dirigir los tres esfuerzos hacia un fin común. Si esta coordinación no se produce, las posibilidades de tener éxito se verán reducidas. A este respecto, el Plan Nacional establece en su memoria de actividades del primer bienio que la coordinación de "las actuaciones de la CICYT se contemplan en diferentes niveles. Un primer nivel de coordinación corresponde a los diferentes ejes de actividad del Plan Nacional. La CICYT asocia a entidades y unidades dependientes de diferentes Departamentos Ministeriales con el doble objeto de coordinar las actuaciones y de aprovechar la experiencia de los mismos en sus diferentes campos de actuación"

(CICYT, 1992:178). Con ello se pone de manifiesto la *intención* de organizar las diferentes acciones de forma que vayan dirigidas a un fin común. El problema surge cuando cada una de estas acciones ha sido diseñada con una finalidad concreta y dirigida a un tipo de agentes concreto que es diferente en cada caso. Cuando eso ocurre, y ese es el caso de las tres herramientas analizadas en el PNTA, cada entidad gestora establece unos criterios de gestión que se ajustan mejor a las necesidades impuestas por la herramienta en cuestión. Y la posibilidad de establecer una coordinación entre ellas se ve reducida. El caso se agrava cuando una de las oficinas gestoras no se encuentra siquiera en las proximidades ni físicas ni ministeriales de las otras dos. A este hecho hay que sumar la gestión en sí de cada herramienta analizada. Aunque se profundizará en este aspecto del PNTA en el apartado 6.3 de este trabajo, resulta conveniente ofrecer una imagen completa de la gestión para poder comprender la dificultad con que se ha encontrado el PNTA para gestionar adecuadamente y coordinadamente sus diferentes herramientas. El Plan Nacional estableció que la gestión de los diferentes programas iba a correr a cargo de investigadores de prestigio, en el caso del PNTA, dicha gestión correría a cargo de un investigador de prestigio con una dedicación parcial a la tarea, investigador que procedía de algún CPI y cuya transferencia al área de la gestión ya aparecía recogida en la Ley de la Ciencia¹⁰⁰. Así, desde los inicios del PNTA en 1988 se han sucedido cuatro gestores al frente del mismo¹⁰¹. Para esta labor contaron con un pequeño equipo administrativo. Para corroborar este extremo sobre la capacidad de gestión del PNTA, se puede acudir a lo expresado por la propia memoria de actividades del III Plan Nacional en el que expresamente se dice: “[...] la falta de recursos para la gestión de los programas ha obstaculizado la coordinación de las diferentes acciones [...] esta falta de recursos humanos contrasta con las prácticas de otros países” (CICYT, 1996:59-60). En referencia a esa falta de coordinación de las diferentes acciones hay que volver a mencionar que cada uno de los tres instrumentos analizados en este estudio contaba con una administración encargada de su gestión diferente: así, los proyectos de I+D son gestionados por una oficina de la CICYT, las Acciones PETRI se gestionan por otras personas en otra oficina diferente de la Secretaría General y para terminar de confundir la situación de la gestión del PNTA, la que se lleva a cabo para los Proyectos Concertados se encarga al CDTI, oficina que incluso pertenece a otro ministerio distinto. En definitiva, lo que había sido diseñado con la intención de aprovechar el potencial de

¹⁰⁰ En concreto, la transferencia de personal investigador a la gestión de los programas integrantes del Plan Nacional aparece recogida en el artículo 7.2.c de la Ley de la Ciencia.

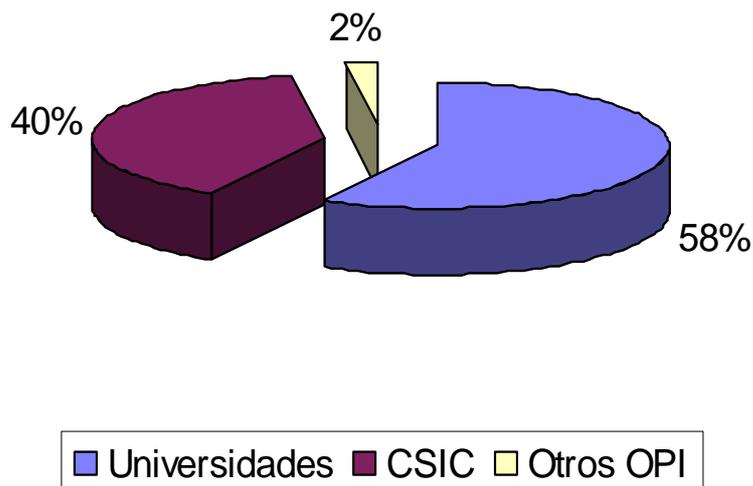
¹⁰¹ Dichos gestores, por orden de participación en la gestión del PNTA, han sido: Concepción Llaguno, Enrique Tortosa, Abel Marín y Manuela Juárez.

cada unidad gestora, se convierte en un “animal tricéfalo” en el que cada cabeza opera de forma independiente y con una carencia total de directrices de orden superior con la consiguiente pérdida de efectividad en la gestión del instrumento. Pero, posteriormente, cuando se analice la gestión llevada a cabo durante en período de estudio, se profundizará en estos aspectos que han conducido a la pérdida de capacidad y, lo que es más grave, a llevar a cabo una gestión sin una clara orientación y sin posibilidades de prestar atención a los objetivos para los cuales debía servir.

5.1.2. El entorno científico del Sistema de Innovación Alimentario

En relación con la composición del entorno científico que participa en el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos se puede decir que consiste básicamente en las universidades españolas en las que se lleva a cabo investigación en tecnología de alimentos y los centros dependientes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas dedicados a estas investigaciones. El detalle de los centros que integran dicho entorno aparece recogido en el Anexo X.

Gráfico 3. Porcentaje de acciones del PNTA realizadas por cada elemento del Entorno Científico



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la CICYT

A modo de resumen, se puede indicar que el número de universidades que han participado en el programa asciende a 37 y los centros de CSIC han sido 16. A ellos que hay que sumar otros 5 Organismos Públicos de Investigación con una participación muy reducida. El Gráfico 3 se muestra el porcentaje de participación en el PNTA de los diferentes integrantes del entorno científico. Dentro de la categoría de “otros OPI” aparecen centros públicos que, en algunos casos, poco o nada tienen que ver con la tecnología de alimentos, caso del CIEMAT. Tan sólo INIA es un centro claramente relacionado con éste área de conocimiento. Este centro resulta especialmente peculiar, ya que sus diferentes oficinas distribuidas por algunas comunidades autónomas, pasaron a formar parte de la administración autonómica en que estaban ubicadas. Algunos de estos centros actualmente forman parte de dichas administraciones (y aparecen recogidos como administración pública) y otros han pasado a incluirse en la red de Centros de Innovación y Tecnología (CIT) que están claramente integrados en el entorno tecnológico.

En relación con la composición de este entorno, hay que destacar que la participación de los centros del CSIC es la que presenta una más larga tradición: la investigación en este área está fundamentalmente concentrada en cuatro institutos de investigación del CSIC¹⁰². La tradición del CSIC queda plasmada en que ya desde 1981 existe una programación claramente establecida para la investigación en Tecnología de Alimentos (Gabinete de estudios de la presidencia, 1984). Por entonces, el número de institutos y centros del CSIC en que se desarrollaban investigaciones en el área era de 12. En la actualidad ese número es más reducido: se cuentan 16 centros e institutos que han participado en el PNTA pero el CSIC tan sólo incluye 8 en el área de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Además, como ya se ha indicado, la mayor parte de la investigación se concentra en cuatro de ellos. En cuanto al desarrollo de investigaciones en el área, los orígenes se remontan a muchos años atrás. Así, por ejemplo, los orígenes del Instituto de Fermentaciones Industriales (CSIC-IFI) se remontan al año 1939, cuando se crea como sección de Fermentaciones Industriales del Instituto Santiago Ramón y Cajal de Investigaciones Biológicas del CSIC, y en 1967 alcanzó la categoría de Instituto. Otro de los más señeros es el Instituto de la Grasa (CSIC-IG), que se crea en 1947 con sede en Sevilla. El Instituto del Frío (CSIC-IF) se crea pocos años después, en 1951 y se ubica en Madrid. En ese mismo año, pero en Valencia, surge el Instituto de Agroquímica

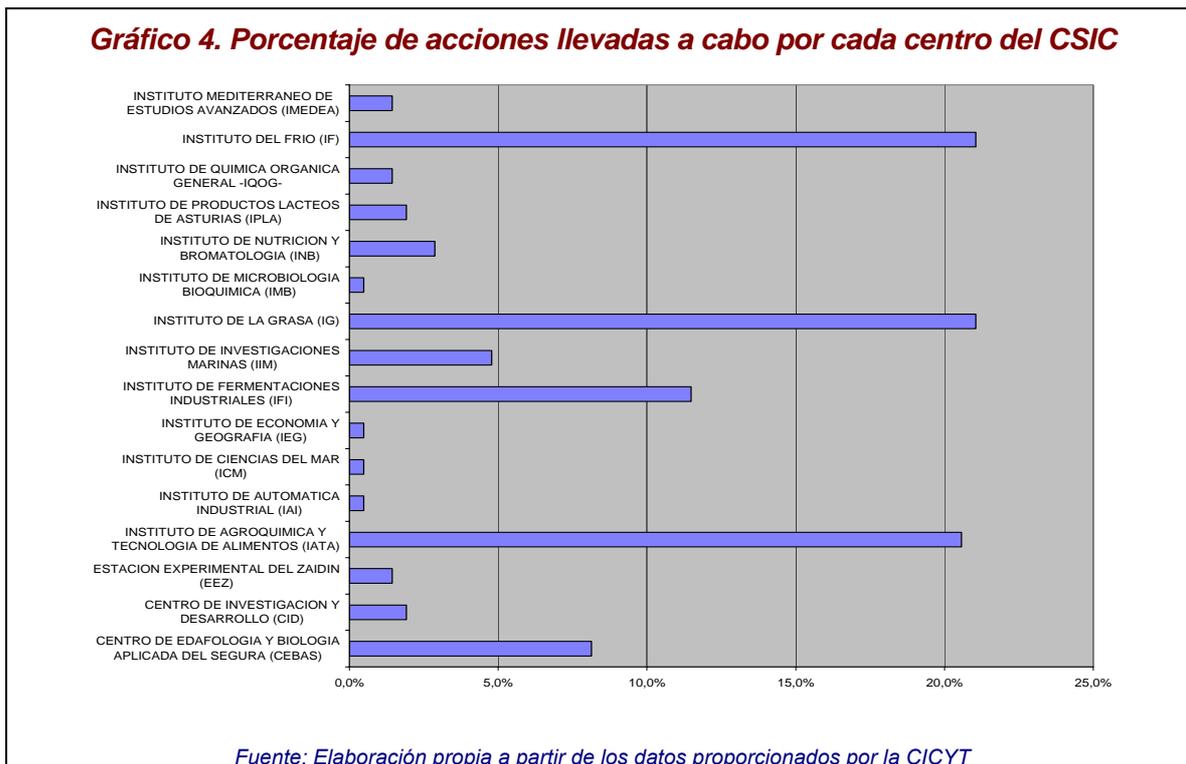
¹⁰² Estos cuatro centros son el Instituto del Frío (CSIC-IF), el Instituto de la Grasa (CSIC-IG), el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC-IATA) y el Instituto de Fermentaciones Industriales (CSIC-IFI). Posteriormente se describirá en profundidad cuál es la representatividad de los mismos en el entorno científico analizado.

y Tecnología de Alimentos (CSIC-IATA), primero como Departamento de Química Vegetal adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Valencia y, posteriormente, funcionará autónomamente para pasar a depender del CSIC.

Como se puede ver, la tradición de la investigación del CSIC en esta área es ya importante, lo que puede llevar a pensar que también tiene una larga tradición en el establecimiento de relaciones con la industria de la alimentación. Esta afirmación, sin dejar de ser cierta, hay que matizarla y ponerla en el contexto del Sistema de Innovación Alimentario. El propio Gabinete de Estudios (1984) indica que no se “incide sobre dos cuestiones que son fundamentales para evaluar la eficacia de la investigación del CSIC en este campo: el mecanismo de determinación de las líneas de investigación (política científica) y la transferencia de resultados hacia el sector industrial. Ambas cuestiones son, en realidad, dos aspectos del mismo problema, ya que la transferencia de conocimientos determina, en teoría, un sistema de realimentación para la determinación de objetivos” (Gabinete de estudios de la presidencia, 1984: 45). La omisión de información sobre la capacidad del CSIC de establecer relaciones con la industria de la Alimentación es achacada, no a la carencia por parte del CSIC de una política de relaciones con el sector industrial ya que, continúa el informe, “algunos de los institutos mantienen vínculos fluidos y sólidos con la industria próxima a su temática”, sino a que la demanda tecnológica es casi inexistente por parte de la industria, obstáculo que se considera difícilmente salvable. Hay que indicar que parte de los problemas pueden provenir de considerar los acercamientos individuales entre investigadores y empresas del sector como una política de relaciones. Desde un punto de vista práctico, si dichas acciones no se estructuran adecuadamente y se les da un rango superior con un claro apoyo institucional, lo más probable es que se pierdan con el tiempo debido a la falta de criterios y de apoyos para mantenerlas.

En definitiva, el papel de los centros e institutos del CSIC en el entorno científico del sistema analizado ha sido fundamental y ha estado marcado por una falta de comunicación con la industria, que estuviera organizada y estructurada mediante una política de fomento de las relaciones con la IABT dictada desde la dirección del CSIC. Esta característica marcará el devenir del PNTA en relación con el intento de cubrir el objetivo que nosotros evaluamos.

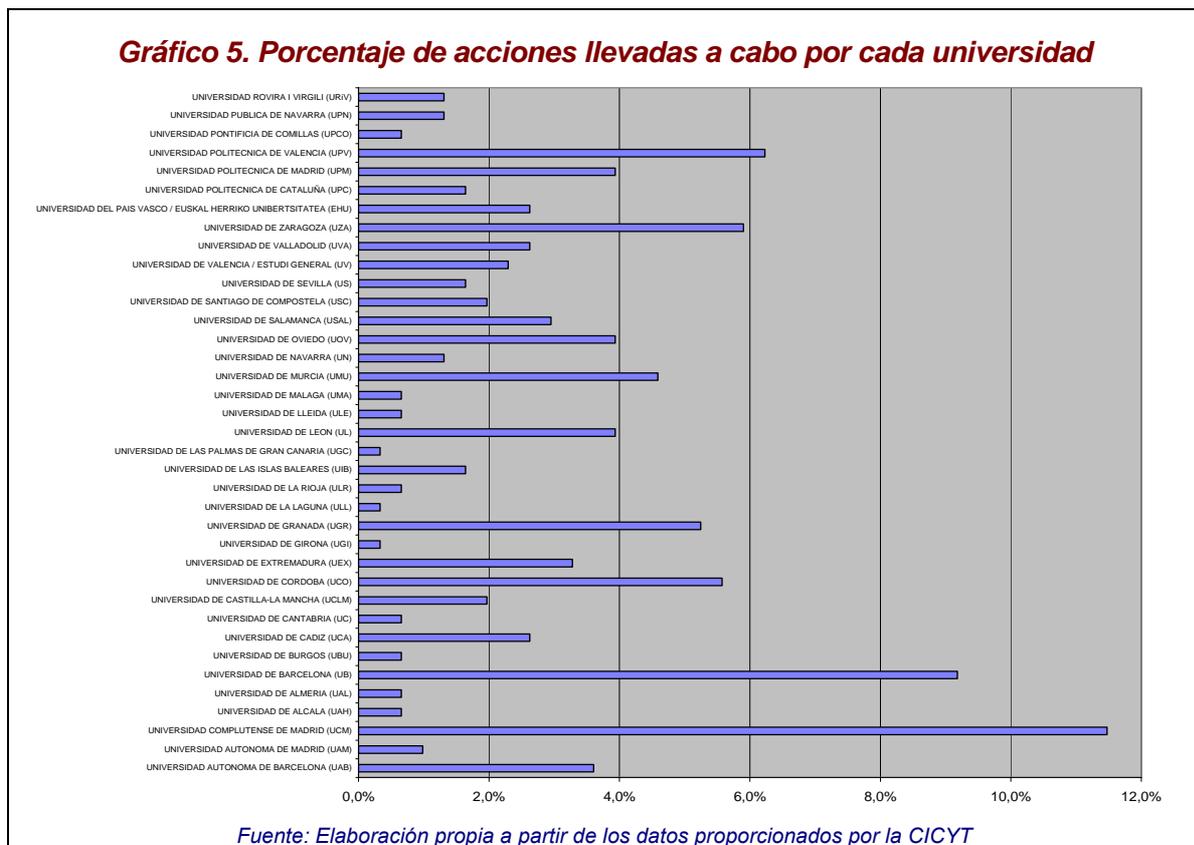
En cuanto a las cifras concretas de participación en el PNTA, el Gráfico 4 muestra cuál ha sido la participación de los diferentes centros del CSIC.



Se observa que, claramente, los cuatro centros más antiguos en el área de Ciencia y Tecnología de Alimentos son los que absorben el mayor porcentaje de participación en el PNTA, con casi el 75% de las acciones llevadas a cabo. Del resto de participaciones hay centros que ni siquiera pertenecen a esta área y, posteriormente, cuando se lleve a cabo el análisis más detallado del papel del CSIC en el PNTA, se procederá a su eliminación, ya que la participación es meramente testimonial y debida a circunstancias ajenas a la existencia de líneas de investigación en tecnología de alimentos en ellos.

Por otro lado, y en relación con la participación de las universidades hay que mencionar su relativa juventud en comparación con los institutos del CSIC. Los departamentos universitarios en tecnología de alimentos se han ido conformando, en gran medida, a partir de la salida de investigadores de los cuatro centros más emblemáticos del CSIC. Es decir, se podrían considerar, además de productores de conocimiento científico en el área, generadores y difusores de capital humano cualificado en tecnología de alimentos. Este hecho, junto con las características que se han mostrado sobre la falta de capacidad entre los centros del CSIC de establecer un marco para las relaciones con las industria de la Alimentación, ha influido definitivamente sobre las posibilidades de establecer ese vínculo a través de las universidades: si los integrantes de los departamentos universitarios provienen, al menos en su conformación

original, y hasta que se han ido nutriendo de egresados de los centros de la universidad, de personal procedente de institutos del CSIC, la consideración del problema de falta de relaciones con la industria como algo ajeno a los investigadores (puesto que, de acuerdo con el propio CSIC, es la industria la que no ha sabido o no ha querido fijar claramente sus demandas) seguirá presente y minará la posibilidad de cambiar esa inercia. Este hecho representa un lastre muy pesado contra el que debe luchar el PNTA para alcanzar el objetivo de fomentar las relaciones entre este entorno y el productivo.



El Gráfico 5 muestra el porcentaje de participación de cada universidad que integra el entorno científico en tecnología de alimentos. Del gráfico se desprende que existen dos universidades (la Complutense de Madrid y la de Barcelona) que tienen una participación mayoritaria (11 y 9% respectivamente). Por otro lado, existen 20 centros cuya participación es inferior al 2%. En resumen, la participación de este entorno en el PNTA aparece bastante atomizada con una distribución en tres grupos: por un lado, las dos universidades que ya se han destacado a las que hay que añadir la Universidad Politécnica de Valencia, seguidas por un grupo de 14 centros con una participación que

varía entre el 2 y el 6%, para terminar con el grupo de 20 centros cuya participación es, en algunos casos, meramente testimonial.

De este conjunto de universidades, es poco probable que se puedan considerar como elementos integrantes del entorno científico aquellas cuya participación se ha catalogado de testimonial. De todos modos, no resulta tan obvio el poder eliminarlas como en el caso de los institutos y centros del CSIC que no se encuentran encuadrados por el propio CSIC en el área de tecnología de alimentos. Por este motivo se ha optado por mantenerlas en el análisis posterior.

A estos centros hay que añadir otros Organismos Públicos de Investigación (OPI) que también han participado en el PNTA y que debemos integrar dentro del entorno científico. Dentro del apartado de otros OPI aparecen 5 centros: el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto de Salud Carlos III, el Instituto Español de Oceanografía (IEO), el Instituto Nacional de Investigación Técnica, Agraria y Alimentaria (INIA) y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) que es una de las escisiones del INIA comentadas anteriormente.

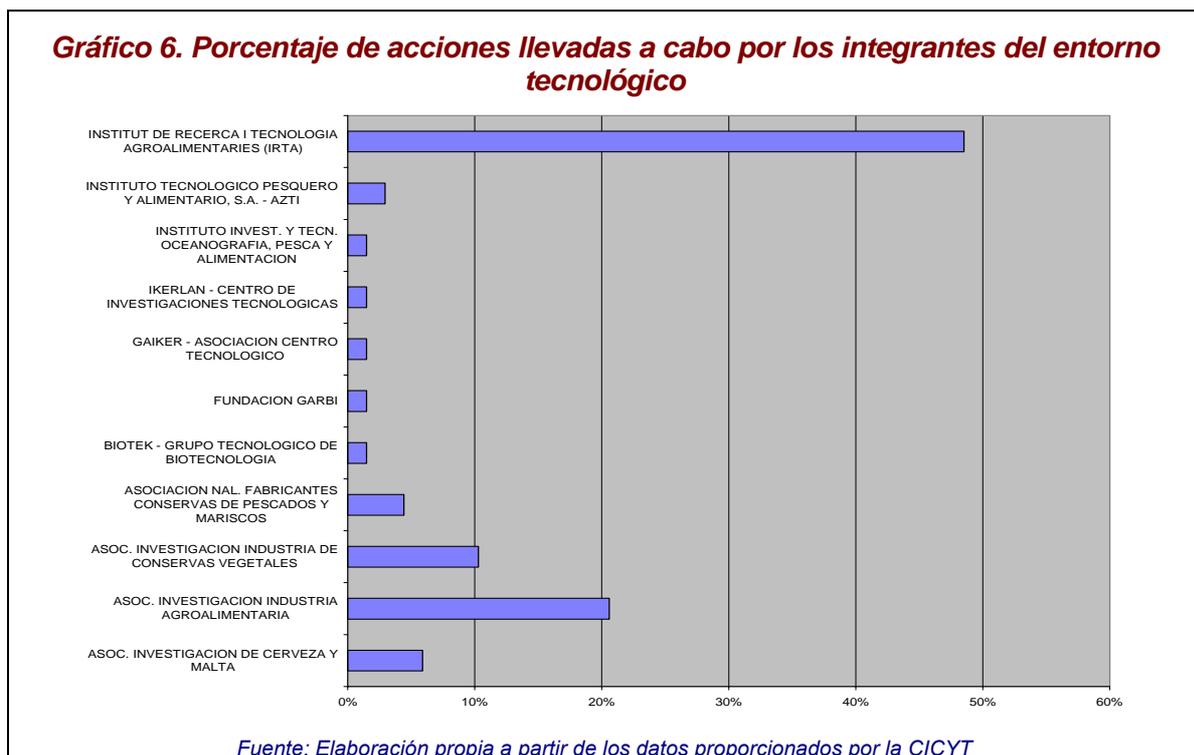
En definitiva, el entorno científico del Sistema de Innovación Alimentario en España se encuentra, fundamentalmente, concentrado en los centros e institutos del CSIC y en departamentos de universidades que han absorbido parte del personal procedente del CSIC en sus inicios. Por lo tanto, estos departamentos obedecen a planteamientos similares a los que se tienen en los Institutos del CSIC en relación con el objetivo de establecer relaciones con la Industria de la Alimentación, Bebidas y Tabaco: la falta de relaciones no es problema de los investigadores, es problema de la carencia, por parte de la industria, de demandas tecnológicas claras, concretas y que se plasmen en aproximaciones a los investigadores.

5.1.3. El entorno tecnológico del Sistema de Innovación Alimentario

Por lo que respecta al entorno tecnológico (un listado detallado de los integrantes de este entorno se encuentra en el Anexo XI), éste está compuesto por institutos tecnológicos distribuidos por algunas comunidades autónomas que proceden de la escisión del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). A estos centros hay que añadir el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) que, desde sus dos

unidades, constituye uno de los principales integrantes de este entorno por su nivel de participación en el PNTA.

Como se puede observar en el Gráfico 6, este entorno presenta una distribución en la que el IRTA realiza el 50% de todas las actividades del PNTA, mientras que el resto de institutos tecnológicos tiene una participación muy escasa, con la salvedad de AINIA, que aproximadamente participa en el 20% de las acciones del programa. Pero los otros tres centros que claramente se pueden considerar como integrantes del entorno tecnológico, la *Asociación de Investigación de la Industria de Conservas Vegetales*, la *Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados y Mariscos* y la *Asociación de Investigación de Cerveza y Malta*, apenas si representan, en total, el 20% de todas las acciones que se han desarrollado por este entorno.



En relación con este entorno hay que indicar que su papel de puente entre el científico y el productivo, acortando distancias y reduciendo fricciones, ya había sido previsto en la redacción del propio PNTA. Así, uno de los objetivos del mismo, consistía en la consolidación de una red de centros e institutos tecnológicos en áreas concretas del sector de alimentación. Este objetivo, de marcada concepción estructuralista, tuvo poca fortuna en su implantación ya que requería un grado de implicación bastante elevado por

parte de las empresas, que debían financiar en el 100% los centros que se creasen pasado el primer año de vida de los mismos. El resultado fue la constitución de tan sólo dos de estos centros con la consecuente pérdida de poder en la función difusora que se le habría de encomendar al entorno tecnológico. Por otro lado, los centros que se fueron escindiendo del INIA, podrían haber constituido elementos clave del entorno tecnológico ya que la distribución, más o menos homogénea por todas las comunidades autónomas, habría permitido un lazo de unión entre este entorno y el productivo. De todos modos, los diferentes centros se fueron disolviendo y pasando sus miembros a integrar las plantillas de departamentos universitarios u otros centros de investigación, con lo que se perdía una oportunidad única de establecer un germen de entorno tecnológico sólido sobre el que implantar la red de institutos tecnológicos que preveía el PNTA.

En este apartado tan sólo se ha tratado de mostrar quién es quién en tres de los cuatro entornos que caracterizan el Sistema de Innovación Alimentario en España, sin entrar en el detalle de la participación de cada uno en relación con los otros. Este análisis se llevará a cabo posteriormente, cuando se proceda a presentar un mapa de la investigación en tecnología de alimentos y de la participación en el PNTA. Por ahora, tan sólo, se han mostrado qué centros han participado y en qué entorno aparecen encuadrados, indicando asimismo, que algunas de las instituciones que aparecen representadas pudieran no pertenecer realmente al entorno en el que se han incluido por razones de simple necesidad de presentar una propuesta de proyecto al Plan Nacional y poder hacerlo a través del PNTA sin que dicha institución realmente potencie líneas de investigación en esa área.

5.1.4. El entorno productivo: la Industria española de la Alimentación. Especificidades y naturaleza dual

Antes de analizar las características específicas que muestra la industria española de la alimentación, se muestra brevemente una descripción, de forma global, al objeto de incidir sobre las características más generales, que afectan por igual al sector, cualquiera que sea el país y, sobre todo, para caracterizarlo en relación con su comportamiento de cara a los procesos de innovación, la actividad de I+D y su repercusión en los niveles de competitividad de dicha industria.

Una de las características que habría que citar en primer lugar es que dicha actividad es una de las más antiguas de la manufactura y probablemente una de las primeras preocupaciones, junto con la del vestido, del ser humano ya desde la época

prehistórica. Este hecho provoca que los avances en la industria de la alimentación se hayan producido desde tiempos muy remotos y que, desde esos tiempos, se pueda hablar de “*actividades de I+D e innovación*” en el sentido más genérico que se le quiera dar a la expresión¹⁰³. Pero no se pretende aquí enmarcar esta industria en los tiempos remotos o incluso preindustriales, sino analizar la configuración actual que presenta para entender mejor por qué se hace la I+D que se hace en este sector y cómo se hace.

En las dos últimas décadas estamos asistiendo a lo que se ha denominado *proceso de globalización*, que algunos autores sostienen que ha afectado igualmente a la industria de la alimentación¹⁰⁴ (Traill, 1997; Avermaete, 2002; Avermaete, et al., 2003). En realidad, dicho proceso se caracteriza, más que por la apertura de los mercados mundiales de productos de alimentación, por la fuerte irrupción de unas pocas y grandes multinacionales que han comprado empresas en diferentes países, como otros autores han apuntado (Rama, 2003; Tozanli, 1998). La finalidad es controlar las producciones en los países a los que acceden, en un claro proceso de internacionalización (y no, globalización) a la vez que se está produciendo un incremento en la interdependencia tecnológica de los países a través de los aumentos de las importaciones de los equipos. Paralelamente a este fenómeno han ido subsistiendo medianas y pequeñas empresas (muchas de ellas incluso se podrían calificar de microempresas) que poco o nada pueden hacer en términos de competencia frente a los grandes grupos de la alimentación, en parte como consecuencia del escaso margen de maniobra que los procesos de internacionalización han dejado a las políticas nacionales en relación con este sector. Así, por ejemplo, Cantwell (1997) sugiere que, debido a este proceso, las políticas nacionales deben estar, cada vez, más orientadas hacia el crecimiento a través de la innovación y la calidad del producto.

¹⁰³ Existen numerosos textos que muestran cómo se debía hacer un determinado producto. Así, en la antigua Mesopotamia se codificaba lo que se entendía por cerveza (Molina, M. et al., 2001). Cualquier otra bebida que no cumpliera con esa norma, no era así considerada, e incluso se perseguía y castigaba al mal productor. Aunque sea de forma muy rudimentaria, el determinar una norma de producción implica conocer las formas óptimas de combinar materias primas e ingredientes y, sobre todo, tener en cuenta el gusto de los consumidores, uno de los principales condicionantes de la I+D en este sector.

¹⁰⁴ Son numerosas las definiciones que podemos encontrar sobre el fenómeno de la globalización, pero básicamente todas aluden a los procesos de apertura de mercados. Para unos autores, dicha apertura se centra en los mercados de capitales, para otros en los mercados de bienes y servicios, otros incluso aluden a los mercados laborales... Pero, de manera casi unánime, estos autores coinciden en resaltar dos tipos de actividades como clave en los procesos de no globalización, entendidos como la falta de apertura y transparencia del mercado. Dichas áreas afectan a la realización de actividades de I+D y al sector agrícola, considerados estratégicos por las economías desarrolladas más poderosas del planeta. En consecuencia, hablar de actividades de I+D e innovación en la industria de la alimentación y presentar a ésta como una industria sometida a un fuerte proceso de globalización resulta, cuando menos, paradójico.

Gráfico 7. Algunas magnitudes de la Industria de la Alimentación en la EU25



Fuente: extraído de la "Confederation of the Food and Drink Industries of the EU"¹⁰⁵.

En consecuencia, se observa un proceso de dicotomización de esta industria, en la que aparecen grandes macrogrupos de la alimentación con una fuerte concentración nacional, frente a PYMES, de corte familiar y con un número muy reducido de empleados, casi siempre menor de 20. Esta estructura sectorial es bastante general en la mayoría de los países miembros de la Unión Europea, pero se agudiza en el caso de los países de la región mediterránea, llegando, en el caso español, a que el 88% de las

¹⁰⁵ El acceso a esta confederación se puede realizar a través de la siguiente página web: <http://www.ciaa.be/>

empresas cuenta con menos de 20 empleados. Esta dicotomización se hace patente también en el ámbito del empleo de nuevas tecnologías: las grandes empresas son las impulsoras y primeras usuarias y las pequeñas empresas se ven avocadas bien a adquirir las con el coste de dependencia que implica, o bien a seguir produciendo de forma mucho menos eficiente, con el consiguiente coste en términos de productividad y, a la larga, de posibilidades de supervivencia.

Pero esta caracterización dicotómica de la industria de la alimentación también se observa a escala mundial. Así, en el 2001, de los 16 “gigantes” de la alimentación, que generaron una cifra de ventas de más de 362.000 millones de euros¹⁰⁶, 10 fueron empresas con capital mayoritario de los Estados Unidos y tan sólo 3 pertenecientes a la Unión Europea, 2 eran japonesas y una, Nestlé, de origen suizo.

Para poner de manifiesto la importancia que esta actividad tiene en el seno de la Unión Europea (Gráfico 7), se puede decir que, dentro de la Europa de los 15, este sector es el más importante de la industria¹⁰⁷ en seis de los quince países miembros, y el segundo de los más importantes en otros tres. En promedio, es el tercer sector en importancia de la economía de la Unión Europea.

El mapa del Gráfico 7 refleja, para el año 2002, la importancia del sector en la EU-25 en términos de producción, empleo y número de empresas existentes. España, de acuerdo con la información reflejada en el mapa, ocuparía el sexto puesto en términos de producción, tras Francia, Alemania, Bélgica y Reino Unido (estos dos con un nivel idéntico de producción), e Italia. Si se observa el empleo ocupado en el sector, España pasaría a ocupar el quinto puesto dentro de la EU-25, lo que le llevaría a una ratio de productividad (medida como producción por empleado) de unos 180.000 € por empleado, que sitúa al sector español en el undécimo puesto.

Por lo que se refiere a indicadores referidos a actividad en I+D en el sector, se muestran, a continuación, cifras del crecimiento que se ha producido en Europa occidental en el número de patentes alimentarias, con una tasa de crecimiento del 65% entre 1969 y 1994, mientras que en los Estados Unidos, durante el mismo período se ha producido un descenso en su tasa de patentes del 15,7% (Christensen et al, 1996). De

¹⁰⁶ Hay que señalar a este respecto que la UE es la región del mundo con la mayor cifra de producción, que en el 2000 ascendió a 593.000 millones de euros, aunque, en términos de valor añadido, los Estados Unidos generó una cifra superior (205.800 millones de euros frente a 136.000 de la UE). Cifras extraídas del informe de la CIAA, octubre 2002.

¹⁰⁷ Expresada esa importancia como el valor añadido neto (impuestos excluidos) aportado por el sector al conjunto de la industria (Eurostat, 2000).

acuerdo con este autor, la producción de innovaciones en el sector, lejos de estar globalizada, se concentra en los países desarrollados. Los Estados Unidos son el principal suministrador de tecnología alimentaria en el mundo seguidos de Europa Occidental y Japón. Si analizamos los índices de especialización tecnológica¹⁰⁸ (Cuadro 8) de los países en innovaciones aplicables en la industria agroalimentaria y conexas se puede comprobar cómo los países desarrollados tienen unos valores de índices inferiores a los de países en vías de desarrollo tales como Latinoamérica, en donde se muestra una relativa especialización en innovaciones en las industrias alimentarias y conexas y, particularmente, en equipo de procesamiento alimentario. Como se indicaba, los países desarrollados que son, en términos absolutos, los principales productores de tecnología agroalimentaria, exhiben sin embargo, índices relativamente bajos en las industrias agroalimentaria y conexas, porque están más especializados en la química, la electrónica y los sectores punteros.

Cuadro 8. ÍNDICE DE VENTAJAS TECNOLÓGICAS REVELADAS EN LA INDUSTRIA DE LA ALIMENTACIÓN Y CONEXAS (1969-1994)

Región / País	Alimentos	Equipo (5)	Maquinaria Agrícola	Refrigeración	Biotecnología
Europa Occidental (1)	0,87	1,10	0,84	0,53	0,91
Europa del Este (2)	0,88	1,03	0,77	0,48	1,40
Estados Unidos	1,12	1,04	1,20	1,13	1,00
Canadá, Australia y Nueva Zelanda	1,31	1,68	2,88	1,15	1,00
América Latina (3)	2,30	4,69	1,81	1,08	1,02
Japón	0,66	0,46	0,17	1,12	0,61
Lejano Oriente (4)	0,23	2,32	0,14	2,06	1,14
Otras Regiones	1,10	2,26	1,05	1,23	0,24

Fuente: Christensen et al, 1996.

Notas: (1) Incluye Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

(2) No incluye la ex. República Democrática Alemana.

(3) Incluye Brasil y México exclusivamente.

(4) Incluye Corea del Sur y Taiwán exclusivamente.

(5) Incluye equipo capital para la industria alimentaria

¹⁰⁸ El índice se calcula como la participación de las patentes de alimentos patentadas por cada país en el total de patentes (todos los sectores) patentadas por cada país, sobre la participación de las patentes de alimentos de todos los países en el total de patentes (todos los sectores) patentadas por todos los países. A mayores valores del índice, mayor especialización del país o región en el campo técnico en cuestión, dentro del contexto de los inventos en todos los campos técnicos patentados por inventores del país. A menores valores del índice, menor especialización.

Sobre la internacionalización de la actividad innovadora en el sector existen estudios contrapuestos sobre si dicha actividad se está internacionalizando y deslocalizándose de las sedes por motivos de acercar los productos a los gustos de las zonas anfitrionas o si, por el contrario, la deslocalización obedece a aprovechar fuentes de conocimiento desconocidas por las empresas matriz y, consecuentemente, se hace conveniente establecer nuevos laboratorios de I+D en otras zonas geográficas. Por unos motivos u otros, el aspecto espacial resulta clave en la producción y transmisión de tecnología sectorial. Más aún si se tiene en cuenta que la investigación pública representa una parte muy sustancial del esfuerzo en I+D realizado a favor de las cadenas agroalimentarias. Por otro lado, sólo los sistemas nacionales de innovación son capaces de identificar de forma coherente las “ventanas de oportunidad” (Pérez, 1992) que se pueden abrir en un momento dado para determinados países y de poner en marcha las herramientas para aprovecharlas oportunamente. Como se ha puesto de manifiesto en los estudios de Andersen y Lundvall (1988), la existencia de un cluster de empresas conexas innovadoras fabricantes de maquinaria agrícola, equipo de procesamiento alimentario, máquinas para ordeño, etc., ha sido una de las claves que explican el éxito comercial de la empresa agroalimentaria danesa en el mercado mundial. De ello se deduce la necesidad de que las políticas industriales y tecnológicas en apoyo de un sector, no deben ser aisladas. No basta con estimular la innovación desarrollada en la industria alimentaria aisladamente. Ha de propiciarse la integración de ésta y la de las industrias auxiliares que le suministran nuevas tecnologías, así como el propio desarrollo tecnológico de dichos sectores conexos.

Pasando al marco de la industria alimentaria en España, primeramente se tiene que decir que se trata de la actividad manufacturera más importante del país. El sector de alimentos, bebidas y tabaco (IABT), genera entre el 4 y el 5% del VAB de nuestra economía y entre el 20 y el 22% del VAB del sector secundario, según la medida del VAB utilizada (INE, 2000b). Como ocurre con todo el sector manufacturero, su participación está cayendo en el conjunto de la economía, aunque, a precios corrientes, menos que la de otras ramas industriales, por lo que ejerce cierto papel compensador vía precios; éstos son mayores que la media, entre otras cosas porque los impuestos soportados también lo son, pero así como estos últimos se están reduciendo, con los precios no ocurre lo mismo y, en términos reales, la IABT resulta una actividad extraordinariamente estática. Otra singularidad es que sus expansiones y recesiones tienen un marcado carácter contracíclico. Su importancia sólo es comparable con la de *Productos metálicos, máquinas y material eléctrico* y su crecimiento dentro de la industria, a precios corrientes, con el de *Minerales no metálicos, Material de transporte y Cartón y papel, impresión y edición*.

Dentro de la OCDE, España es uno de los países donde la IABT goza de mayor importancia: está por encima de la media y sólo se ve superada, dentro de la Unión Europea, por Portugal y después por otros países no comunitarios como Islandia, Nueva Zelanda y México. La tendencia decreciente de su participación en la economía es un fenómeno generalizado y, aunque la caída en el caso español, en comparación con la de otros países, sea especialmente notable en moneda corriente, no lo es tanto en moneda constante, sino más bien similar a la de países de su entorno como Francia o Portugal.

El predominio de los establecimientos y empresas de tamaño reducido, característico de la economía española, se acentúa especialmente dentro de la IABT, donde el 85 por ciento de unos y otras cuentan entre 1 y 9 trabajadores, un 5,5 y un 0,5 por ciento, respectivamente, más que en promedio, diferencia que tiende a mantenerse a lo largo del tiempo (INE, 2000a). En cuanto a quién produce, en primer lugar están los establecimientos de mayor tamaño (a partir de 100 empleados) pero a continuación, los más pequeños (de entre 1 y 9 personas); además, crece la participación en la producción de las categorías intermedias. La concentración del VAB¹⁰⁹ en las empresas de mayor tamaño resulta, así, menos pronunciada pero más permanente en la IABT.

El peso de la IABT en el contexto español se reduce cuando se analiza su participación en los gastos intramuros de I+D: algo menos del 2 por ciento del gasto total y del 4 por ciento del empresarial. Estos porcentajes, inferiores a los de contribución al VAB, presentan una tendencia decreciente, en contraste con el aumento de la proporción del VAB industrial. El porcentaje de los gastos en I+D respecto al VAB se sitúan en torno al 0,3%, muy alejado de los niveles y tendencias de la industria y la economía españolas.

El escaso nivel de gasto en actividades de I+D se ha financiado con cargo a los propios recursos de la empresa en un porcentaje superior al de otros sectores (más del 87%), lo que pone de manifiesto la mayor dificultad del sector para participar en los programas nacionales e internacionales de I+D que ofrecen recursos para estas actividades. La situación, no obstante, se va corrigiendo.

En síntesis, una actividad económica tan destacada en España ofrece muestras de estancamiento, tales como la decreciente participación en el VAB y en los gastos de I+D globales e industriales, el mayor predominio de establecimientos pequeños, la concentración de su producción y el mantenimiento de los bajos niveles de esfuerzo en

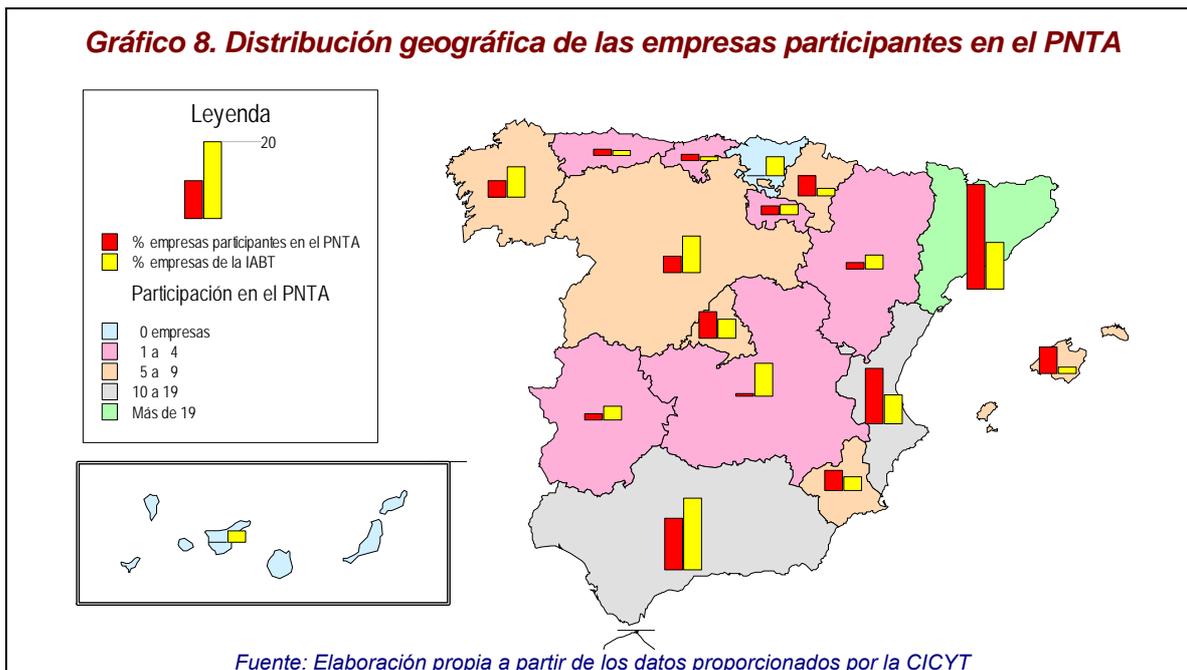
¹⁰⁹ VAB, siglas de la macro magnitud "valor añadido bruto".

I+D. En el sector se observa una cierta bipolaridad: un grupo de empresas, grandes y multinacionales, modernas y avanzadas, invierten en I+D por encima de la media y la mayoría del sector, formado por empresas pequeñas y de capital español, por debajo de esa media. No obstante, la situación de la IABT apunta cierto progreso en tanto en cuanto la ratio de I+D sobre el VAB está creciendo más que en otros países, en que cada vez son más las empresas nacionales que investigan y las ayudas públicas que se reciben.

Cuando se procede a analizar el papel que dicho sector ha desempeñado en el contexto del PNTA, hay que comenzar por indicar que su participación queda circunscrita a las Acciones PETRI (participando en colaboración con algún OPI) y los Proyectos Concertados (en que lideran el proyecto y para los que precisan de la colaboración de algún OPI). Del total de 38.996 empresas censadas en el año 1995 (cifra que se redujo a 33.207 en el 2000) (INE, 2000a), tan sólo han tomado parte en Proyectos Concertados 66, menos del 0,2% del total. En cuanto a la participación en Acciones PETRI ésta ha sido de 50 empresas ya que algunas de las Acciones PETRI no han contado con empresa e incluso, en un caso, el socio es otra universidad. Por otro lado, del total de empresas que han tomado parte en unas y otras acciones tan sólo cuatro han participado en ambos tipos. Un análisis de la distribución regional de estas empresas lleva a localizar a la mayoría de las que han tomado parte en los dos tipos en Cataluña, en donde se encuentran ubicadas 30 de las 111 que han participado en el PNTA (22 a través de un Proyecto Concertado y 8 en Acciones PETRI). En esta descripción, las siguientes comunidades con una mayor participación son la Comunidad Valenciana y Andalucía, con 16 y 15 empresas participantes respectivamente.

Resulta interesante destacar que esta distribución de empresas participantes en el PNTA no se ajusta perfectamente a la distribución de las empresas de la IABT en España (Gráfico 8), aunque Cataluña ciertamente es la segunda comunidad en número de empresas que se ubican en su territorio, con 4.154 (el 12% del total). En cambio, la primera es Andalucía que, en 1999¹¹⁰ contaba con 6.358 de las 33.817 que existían en España en la Industria de la Alimentación en ese año. Por el contrario, la Comunidad Valenciana presenta un balance similar al de Cataluña, pues contaba con 2.574 (el 7,6% del total) tras Castilla y León, Castilla-La Mancha y Galicia que, sin embargo, presentan un número de empresas inferior en cuanto a participaciones en el PNTA.

¹¹⁰ De acuerdo con la información extraída del DIRCE 1999.



Por otra parte, de las 111 empresas participantes hay que indicar que no todas están integradas en la IABT. Varias de las empresas que han participado (en concreto, cinco) están integradas en el sector químico. Siete se dedican a actividades comerciales de distribución (al por mayor y por menor); tres están dedicadas a la fabricación de equipo mecánico y maquinaria; dos están integradas en el sector de la I+D; otras tres son empresas del sector agrícola y, por último, otras tres aparecen encuadradas como “otras actividades empresariales”. De esta diversidad sectorial que participa en el PNTA hay que destacar la presencia de tres empresas del sector de fabricación de maquinaria y equipo mecánico ya que, por su actividad, es probable que sus productos reviertan sobre la IABT, contribuyendo de esta manera a una mejora tecnológica del sector, superior a la que se podría producir si es una empresa de la IABT la que participara en el proyecto concreto y sólo esa empresa se beneficiara de las mejoras tecnológicas que se pudieran alcanzar. Es conveniente resaltar esta característica de la participación de empresas de estos sectores cuyos productos son utilizados en la IABT de forma generalizada, ya que las mejoras tecnológicas que se producen gracias a estas empresas, repercuten sobre toda la IABT y no sólo sobre algunas de las empresas de esta industria. De manera análoga, se puede pensar que algo similar ocurre con las empresas del sector químico participantes en el PNTA, que, con su participación, generan productos empleados habitualmente por toda la IABT, como pueden ser los aditivos o conservantes.

5.2. Enfoque metodológico para la evaluación de las relaciones y la articulación del Sistema Alimentario de Innovación en España

Antes de pasar a describir las características esenciales de la metodología empleada en este estudio, se muestran aquellas que comparte con cualquier otra evaluación de tipo estructural de una política pública de apoyo a la realización de actividades de I+D. Con carácter general, se distinguen tres momentos en el proceso de evaluación: previo a la puesta en práctica del programa o acción que se va a evaluar, durante la ejecución y tras la finalización. A cada uno de estos momentos se le puede aplicar una evaluación específica, que busca controlar diferentes objetivos. Como se mostró y describió en el apartado 2.3, dichas evaluaciones se denominan *ex-ante*, cuando se lleva a cabo previamente al inicio de la acción que se quiere controlar, *ex-post*, si la evaluación se efectúa tras la puesta en marcha y finalización de la acción e *intermedia*, si se lleva a cabo durante el proceso de implementación de la acción. La primera de ellas persigue controlar los aspectos de implementación de la acción de forma que ésta se lleve a cabo de acuerdo con el diseño con que fue creada, así como para conocer qué es lo que se puede esperar con su aplicación. La evaluación intermedia, por el contrario, busca controlar que se están alcanzando los objetivos marcados en el diseño de la política o acción para ponerlos en evidencia y tratar de corregir posibles desviaciones que se hubieran generado por causas no contempladas en el diseño previo. Por último, la evaluación *ex-post* se emplea para analizar el grado de cumplimiento alcanzado tras la implementación de la acción. Este proceso, tan necesario o más que los dos anteriores, está sujeto a innumerables críticas, ya que mostrar los resultados y contrastarlos con los objetivos marcados inicialmente desvela ineficiencias, desviaciones y lógicamente, también debe mostrar las causas de tales problemas. Éste suele ser el punto más conflictivo de tales evaluaciones, ya que, en última instancia, implica señalar a personas que se han encargado del diseño, la gestión, la implementación y del seguimiento de la política, lo cual, a su vez, conlleva identificar las causas de los problemas encontrados, con las consecuencias que ello puede acarrear. Por otro lado, el uso que se haga de tales evaluaciones puede repercutir muy negativamente sobre los organismos encargados del diseño, gestión e implementación de la política, por lo que la independencia del agente evaluador debe ser un requisito indispensable en toda evaluación *ex-post*, como han puesto de manifiesto los autores más reconocidos (Georghiou y Roessner, 2000; Bach, 2000; Feller, 2001 entre otros). El principal problema

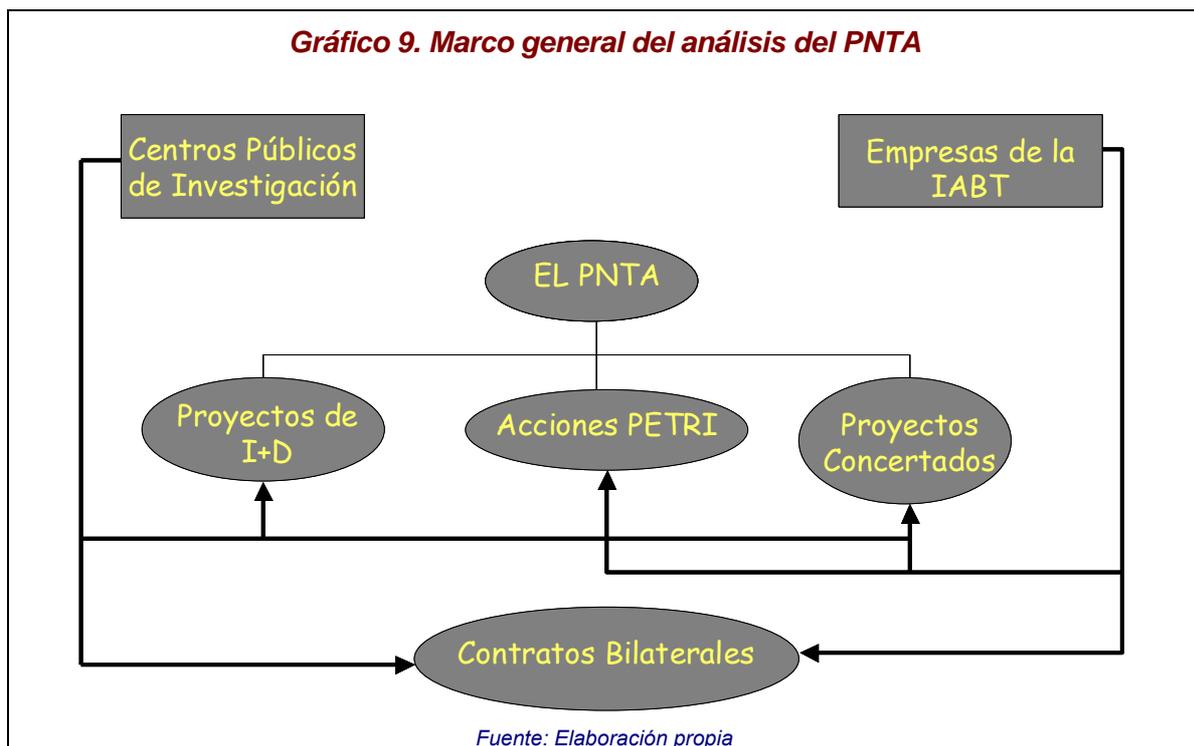
es asumir como una parte más del ciclo de la política la necesidad de llevar a cabo tal evaluación. La sociedad tiene derecho a demandar un uso eficiente de los recursos escasos y, esa es precisamente la labor de una evaluación ex-post: detectar las ineficiencias y corregirlas para ofrecer el mejor servicio posible. Este principio es algo que, en general, se tiene plenamente asumido en el mundo de la empresa privada: nadie volvería a solicitar un servicio o producto de una empresa que previamente no ha proporcionado lo que se le ha solicitado y por lo que se ha pagado el precio establecido. Por lo tanto, en el ámbito público es coherente que se demande el mismo nivel de compromiso.

Este trabajo se enmarca en ese ámbito de la evaluación ex-post con el propósito de mostrar si una determinada política ha contribuido, en la medida en que se establecía en los objetivos de la misma, a alcanzar uno muy concreto. Para ello es preciso analizar el papel de los agentes encargados del diseño de la política, con el objeto de prever posibles desviaciones desde el propio inicio. Asimismo, será preciso analizar si la gestión de la política ha contribuido a fomentar el objetivo: a veces la escasez de recursos obliga a modificar los criterios de gestión con las posibles desviaciones del objetivo que ello puede provocar. Finalmente, el análisis de los instrumentos puestos en juego por la política llevará a conocer si han sido los más apropiados y si su diseño ha sido el más adecuado para buscar y facilitar el objetivo evaluado.

El objetivo último de este trabajo consiste en ofrecer una forma de “medir” la capacidad articuladora de la política estudiada. En definitiva, interesa poder determinar si los esfuerzos emprendidos desde el PNTA hacia la consolidación de un Sistema alimentario de innovación en España han sido los correctos o se podría haber hecho mejor de alguna otra forma. Este objetivo último implica poder “medir” lo satisfactorias que han resultado las relaciones establecidas entre agentes diversos del sistema. Los enfoques de corte más tradicional y consolidados basan este tipo de medidas en indicadores de tipo cuantitativo, tales como el número de problemas resueltos, el número de patentes, invenciones e innovaciones, la aparición de empresas spin-off, el nivel de continuidad de la relación (Geisler y Rubenstein, 1989). La ventaja de esta forma de evaluación reside en la cuantificación en sí misma, lo que permite el no tener que recurrir a variables de tipo más genérico. Por el contrario, este tipo de parámetros suele ser criticado ya que las relaciones de escasa duración son cuantificadas mediante indicadores de ese corte, mientras que las relaciones de larga duración precisan de indicadores que se ajustan a esa característica temporal. En consecuencia, no es posible obtener una medida cuantificada y homogénea sobre la relación. Otros autores (Bailetti y

Callahan, 1993) han puesto de manifiesto cómo diferentes metodologías para valorar una relación llevan a resultados y conclusiones completamente diferentes, lo cual se agrava en el caso de que la evaluación sea llevada a cabo por diferentes grupos.

Toda esta discusión no hace sino poner de manifiesto la complejidad que envuelve las relaciones entre agentes diversos de un sistema, que la relación en sí misma es una construcción multidimensional (Bonaccorsi y Piccaluga, 1994) y que diferentes antecedentes económicos y organizativos pueden y deben tener impacto diferente sobre la medida o valoración de la relación. Este aspecto tan problemático del estudio de las relaciones es el que ha abordado la “Economía de Redes”, corriente de pensamiento que está cobrando un especial auge debido a la progresiva apertura de los mercados y a los procesos de globalización, que implican la necesidad de desintegrar las empresas y recurrir a acuerdos en los que la confianza mutua entre los agentes que se relacionan es fundamental para llevar a cabo la transacción.



En consecuencia, en la metodología que aquí se quiere emplear, se ha tratado de huir del uso exclusivo de indicadores de relación, entre otros motivos por las propias características del sistema de innovación analizado: es joven con la inherente debilidad que ello implica, desarticulado y con falta de vinculación entre los agentes que participan

en él (Fernández de Lucio et al., 2000; 2002). En esta situación, el análisis de las relaciones debe descansar en otro tipo de métodos que permita profundizar mejor en las características que presentan las relaciones que surjan o que seamos capaces de reconocer. De manera esquemática, el Gráfico 9 describe el marco general en el que se ha llevado a cabo el análisis, valoración y evaluación de la articulación fomentada desde el PNTA sobre el Sistema alimentario de innovación en España.

En este gráfico se muestran, en primer lugar los agentes más sobresalientes que participan en las actividades promovidas desde el PNTA: los centros públicos de investigación (CPI), o entorno científico y las empresas pertenecientes al sector de la Alimentación, Bebidas y Tabaco, o entorno productivo. Cabe añadir que también pueden participar otros agentes, encuadrados en el entorno tecnológico y que aparecerían representados junto con los CPI, ya que la forma en que han sido diseñados los instrumentos del PNTA así lo establece. Los CPI pueden concurrir al PNTA para obtener financiación a través de los tres instrumentos fundamentales: las convocatorias de proyectos de I+D, las de Acciones PETRI y las de Proyectos Concertados. Estas dos últimas constituyen lo que hemos decidido denominar *herramientas de interrelación* puesto que, como ya se describió, sirven para promover la colaboración de CPI y empresas en proyectos conjuntos. Las empresas pueden concurrir al PNTA sólo para llevar a cabo proyectos dentro de las convocatorias de las herramientas de interrelación. Para ello, la solicitud de una Acción PETRI debe ser propuesta al menos por un CPI con la participación de una empresa y en el caso de los Proyectos Concertados serán las empresas las que lleven a cabo la propuesta en colaboración, como mínimo, con un CPI. En ningún caso, las empresas pueden concurrir a las convocatorias de los Proyectos de I+D salvo como meros observadores en el desarrollo de un proyecto. La idea que subyace en el diseño de este esquema de ayudas es la de fomentar la actividad investigadora en sus diferentes modalidades: básica, aplicada y desarrollo con la transferencia de los resultados a través de las Acciones PETRI.

Adicionalmente, se puede observar que el estudio ha recurrido al análisis de los contratos bilaterales firmados entre agentes del entorno científico y productivo. Lógicamente, dichos contratos están fuera del ámbito del PNTA, pero este estudio pretende poner de manifiesto la importancia de tenerlos en cuenta si se quiere profundizar en el estudio de las relaciones.

Quizás se puede pensar que este esquema de funcionamiento del PNTA (y de cualquier otro programa del Plan Nacional, por añadidura) responde a los viejos

planteamientos de modelo lineal de la innovación en que la investigación básica da paso a la aplicada y, posteriormente, al desarrollo y la comercialización en una suerte de fases sucesivas y no necesariamente conectadas. Es posible que ese fuera el espíritu que impregnaba el diseño de los programas nacionales al intuirse que la participación de un grupo de investigación de un CPI en un proyecto de I+D le ofrecería la posibilidad al grupo de transferir *posteriormente* los resultados alcanzados a una empresa interesada por medio de una Acción PETRI y dicha empresa, siempre que considerase de utilidad los resultados, le ofrecería *más adelante* la posibilidad de participar en el desarrollo de un nuevo proceso o producto al CPI con la colaboración a través de un Proyecto Concertado. Cabe recordar que los modelos de corte más interactivo que describen los procesos de innovación como un conjunto de actividades interconectadas, aún siendo anteriores a la implantación del Plan Nacional de I+D en España, no habían cobrado el interés y auge que actualmente despiertan, por lo que no se puede achacar a los diseñadores del PNTA este planteamiento lineal en el diseño de sus programas. Pero, de todos modos, en este estudio, al llevar a cabo el análisis, se ha tratado de huir de dicho planteamiento y se ha evitado tal secuenciación de las actividades a la hora de considerar lo que se puede intuir como una red de colaboración en innovación alimentaria. Es decir, el planteamiento de lo que se debería considerar como una traza de articulación del sistema, no se centra en la observación de la participación sucesiva, siguiendo la secuenciación descrita por un modelo lineal de innovación, de unos mismos agentes del sistema participando en las actividades enumeradas y en el orden descrito. Desde nuestro punto de vista es posible hablar de articulación o, al menos intuir un posible germen de articulación, si las actividades se producen en otro orden ya que, como se pondrá de manifiesto en nuestro análisis, las relaciones no se producen únicamente por motivos estrictamente profesionales. En muchas ocasiones hay que interpretar ciertas relaciones personales como la fuente de una posible colaboración o participación conjunta en una actividad del PNTA. En este punto se hace especialmente dificultoso poder valorar una relación, ya que, como se ha puesto de manifiesto a lo largo de los capítulos precedentes, no existen indicadores que permitan efectuar una valoración de la *calidad* de una relación, entendiendo esa calidad como la durabilidad, fortaleza y perspectivas de éxito en un futuro.

Partiendo de esa base de mera aproximación a un hecho, como el máximo alcanzable con los medios y el tipo de información con que se cuenta, se ha diseñado una metodología que permite rastrear la actividad de los grupos de investigación a lo largo de nuestro período de estudio: 1988-1998, que coincide con el período de vigencia de los dos primeros Planes Nacionales de I+D y los tres primeros años del III Plan

Nacional (1988-1991, 1992-1995 y 1996-1999 respectivamente). La decisión de estudiar este período descansa en un doble criterio. Por una parte un criterio cronológico, debido a la importancia de ofrecer una visión de lo ocurrido en casi una década de vida del PNTA, tiempo que se puede considerar el mínimo requerido para poder constatar algunos de los objetivos fijados en el mismo. No hay que olvidar que el ciclo político, por lo general, es mucho más corto que el tiempo que se requiere en la I+D para ofrecer resultados. Por otro lado, la medición de las relaciones entra dentro de ese tipo de resultados que precisan de un período de tiempo prolongado para que éstas se establezcan y consoliden. En segundo lugar, la elección del período de tiempo responde a un mero criterio práctico de posibilidad de obtención de información. La información procedente de los informes finales de los instrumentos de la CICYT que han sido analizados no se encuentra disponible más allá del año indicado por simple solapamiento de convocatorias y hasta que no finalizan los proyectos financiados en una determinada convocatoria (en este caso, la de 1999) no es posible obtener información de dichas acciones. Por otro lado, este período de tiempo permite observar lo que ha ocurrido a lo largo de la vida de dos Planes Nacionales completos (los correspondientes a los períodos 1988-91 y 1992-1995) y el de un tercero en tres de sus cuatro años de vida (el correspondiente al período 1996-99). En definitiva, se puede considerar que es un período de tiempo suficiente como para poder extraer conclusiones de suficiente rigor y robustez en relación con el objeto de estudio aquí planteado.

En relación con la información que se ha empleado, ésta tiene una cuádruple procedencia. Al objeto de ofrecer una aproximación lo más fiel posible al fenómeno de las relaciones entre los agentes del Sistema de Innovación Alimentaria en España, se ha abordado su estudio desde diferentes ámbitos, tal y como se muestra en las metodologías descritas previamente. Por ello, la información procesada proviene de:

- La CICYT: a partir de los informes finales correspondientes a los proyectos de I+D llevados a cabo por los grupos participantes en el PNTA y remitidos por los dichos grupos a la propia CICYT una vez que el proyecto concluyó. Asimismo se ha obtenido información procedente de los informes finales remitidos por los grupos de investigación, empresas y estructuras de interfaz (OTRI) correspondientes a las Acciones PETRI financiadas. Por último se ha obtenido información de carácter descriptivo sobre los proyectos Concertados. En este último caso el CDTI también ha aportado valiosa información sobre el desarrollo de dichos proyectos ya que es el organismo gestor de los mismos.

- El CSIC: a través de la base de datos corporativa de la que se ha extraído la información del área de tecnología de alimentos concerniente a los contratos bilaterales firmados entre este organismo y empresas.
- El Centro de Transferencia de Tecnología de la Universidad Politécnica de Valencia y la OTRI del CSIC en la Comunidad Valenciana: de donde se ha obtenido la información referente a los contratos bilaterales firmados en el área de tecnología de alimentos entre los grupos de investigación de la universidad, el CSIC y empresas del sector.
- Entrevistas directas con investigadores y gestores del PNTA: esta información, recopilada por medio de una entrevista directa con estos agentes, nos ha aportado información de tipo cualitativo sobre la forma, continuidad y criterios que llevaron a establecer relaciones entre grupos de investigación concretos y empresas. Para ello, se ha procedido a conocer en profundidad las experiencias de dichos grupos de investigación en la participación en Acciones PETRI y Proyectos Concertados. Asimismo, en los casos de la Universidad Politécnica de Valencia y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la información procedente de estas entrevistas se ha complementado con otra procedente de la OTRI de la UPV en el primer caso y de la Delegación del CSCI en la Comunidad Valenciana en el segundo, en relación con el papel desempeñado por las estructuras de interfaz a la hora de establecer dichas relaciones. Por otro lado, la información de los gestores del PNTA ha servido para establecer las características de la forma en que se ha llevado a cabo la gestión para poderla valorar posteriormente y estudiar cómo ésta ha influido en la posibilidad de fomentar las relaciones entre los agentes que han participado en el PNTA.

Todas estas fuentes de información han contribuido a la construcción de una base de datos sobre la que se han aplicado diferentes tipos de tratamientos estadísticos de tipo descriptivo y, posteriormente, técnicas econométricas. Para ello, se ha empleado el Programa SPSS v.11.5 que permite llevar a cabo análisis factorial, discriminante y conglomerados, como principales técnicas econométricas que se han barajado como óptimas para obtener resultados en relación con el objeto del estudio.

Por otro lado, parte de los resultados obtenidos con estos análisis se han puesto en relación con información bibliométrica procedente de dos bases de datos: la primera,

FSTA (Food Science and Technology Abstracts) especializada en el área de tecnología de alimentos y, la segunda el SCI (Science Citation Index) elaborada por el ISI (Institute of Scientific Information). El motivo, a modo de subproducto del presente trabajo, es tratar de contrastar la producción científica generada con los Proyectos de I+D financiados por el PNTA durante el período de análisis para conocer el papel del PNTA como instrumento de ayuda a la generación de conocimiento científico codificado y recogido en artículos de revistas internacionales.

El resultado final en el proceso de obtención y procesado de la información es una mezcla de información cuantitativa y cualitativa que permite aplicar diferentes técnicas, no sólo cuantitativas, como ya se ha indicado, sino también de corte cualitativo. Para medir los efectos económicos generados con el programa se han empleado las técnicas econométricas indicadas previamente, pero éstas, a su vez, han servido también para profundizar en el análisis de relaciones, objetivo último de este estudio. Así, el análisis factorial aplicado sobre las variables recogidas a partir de la información de los informes finales de los diversos instrumentos del PNTA, ha servido para determinar el grado de relación entre esos instrumentos y poder valorar si todos ellos tienen una importancia similar entre los grupos de investigación, si los consideran como un bloque de ayudas destinadas al fomento de las relaciones o si, por el contrario, los ven como instrumentos independientes que no obedecen a un fin común. En definitiva, se ha sometido a prueba la siguiente hipótesis en relación con la linealidad del PNTA:

Hipótesis 1: Las herramientas de interrelación así como los proyectos de I+D carecen de relación temporal entre ellas, por lo que el modelo lineal no es aplicable.

En relación con la información cualitativa recogida, ha servido para establecer las hipótesis de partida del estudio sobre el efecto que ha tenido el PNTA en el fomento de las relaciones entre los entornos científico y productivo y la conformación de un auténtico Sistema alimentario de innovación en España. En este sentido, no se puede hablar propiamente de un método cualitativo sino que, más bien, ha servido para preparar el proceso de investigación. Básicamente, la aplicación de métodos cualitativos hay que centrarla en la necesidad de abordar la evaluación con un enfoque interpretativo ya que el objeto de análisis, las relaciones entre agentes es un proceso social altamente complejo que no puede ser abordado exclusivamente desde las metodologías cuantitativas.

En definitiva, la combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas proporcionan una visión más completa de la realidad estudiada al ofrecer la información objetiva que aportan los diferentes indicadores con otra información de corte más subjetivo o, al menos, sujeta a interpretaciones diversas, que proporciona una base adecuada para la toma de decisiones de tipo estratégico o político.

Por lo que respecta a la unidad de análisis empleada, en este estudio se ha acudido fundamentalmente al grupo de investigación, como elemento en el que se aglutinan las características más concretas del tipo de investigación que se lleva a cabo en el mismo, llegando a un nivel de concreción superior que si se delimita al análisis desde el punto de vista del instituto o universidad. Paralelamente al estudio del grupo de investigación, se ha puesto en conexión a éste con las empresas con las que han colaborado en alguna forma de actividad¹¹¹. El motivo es poder elaborar una tipología del comportamiento de dichas unidades en relación con su mayor o menor propensión a establecer colaboraciones y llevar a cabo investigaciones conjuntas con empresas. Para ello, se realiza un análisis cluster sobre ciertas variables que caracterizan los grupos de investigación en relación con factores tales como el tamaño del grupo, el promedio de edad, el grado de participación en actividades del PNTA y en contratos bilaterales, así como la financiación que obtienen en la participación de estas dos fuentes de financiación. Para ello, se somete a test la siguiente hipótesis de trabajo:

Hipótesis 2: la propensión de un grupo de investigación a colaborar con empresas de la IABT se puede caracterizar de acuerdo con ciertas variables representativas de características del grupo.

La caracterización obtenida permite agrupar las observaciones, de acuerdo con su propensión a colaborar, en los siguientes grupos:

- Grupos consolidados: aquellos integrados por investigadores o que, al menos, cuentan con un líder que es un investigador con una trayectoria profesional destacada en el campo de la tecnología de alimentos. Entre estos grupos, por lo general de edad media avanzada, se encuentran los grandes productores de publicaciones y del resto de resultados analizados por medio de los Proyectos de I+D. Suelen ser grupos de un tamaño medio-grande y que conocen perfectamente el sistema, por lo que el

¹¹¹ Ya sea a través de actividades del PNTA o de contratos bilaterales, éstos últimos tenidos en cuenta en el análisis de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

apoyo que requieren suele ser estar más relacionado con el logro del acercamiento al entorno empresarial, ya que el currículum investigador no es prioritario entre ellos.

- Grupos emergentes: los que cuentan con miembros relativamente jóvenes o que se han escindido de grupos mayores ya consolidados y pretenden abrir nuevas líneas de investigación. Estos grupos se caracterizan por una edad media de sus componentes menor a la de los anteriores y con una participación reducida en el PNTA. Entre estos grupos es necesario buscar el futuro de la investigación española en tecnología de alimentos, por lo que es preciso analizar de cerca su actividad con el fin de potenciar su participación en las actividades del PNTA de la forma más adecuada. Probablemente sus miembros tienen una especial inclinación a la participación en Proyectos de I+D ante la necesidad de forjarse un currículum investigador que les otorgue un reconocimiento entre sus pares.
- Grupos fugaces: grupos que bien por su temática o bien por la edad de sus componentes han accedido al PNTA en situaciones muy concretas que no les convierte en representativos de la investigación del área. Los grupos que han participado en el PNTA cuando su área de investigación es otra, son escasos, pero sería necesario saber qué les obliga a presentar propuestas en este Programa cuando su interés es meramente la necesidad de acceder a una financiación pública no obtenida a través de los programas específicos que cubren las áreas de investigación que les son realmente afines. Por otro lado, los grupos maduros que se han detectado (con investigadores actualmente jubilados o incluso que ya han fallecido) se pueden encuadrar en esta categoría porque, aunque su trabajo se debe clasificar en esta área de conocimiento, por los motivos aludidos, no han tomado parte realmente activa en el PNTA.

La metodología que se ha diseñado para la evaluación que llevada a cabo descansa sobre tres pilares que se antojan como fundamentales para poder valorar, en primer lugar, las relaciones fomentadas y, en segundo, toda una serie de resultados que rodean a las relaciones en sí. Esta estructura es similar a la empleada en los estudios que han utilizado la metodología desarrollada por Callon para el análisis de las redes tecnoeconómicas, como se puso de manifiesto en el capítulo precedente. En este caso se ha decidido introducir algunas modificaciones sobre dicha metodología de forma que

se pueda ajustar mejor a las características propias del PNTA. Con todo ello, la estructura de la evaluación planteada se cimenta sobre los tres pilares que se describen a continuación:

- *Evaluación económica del PNTA:* este apartado se centra en la obtención y valoración de información de tipo cuantitativo sobre la marcha de las acciones financiadas desde el PNTA. Para ello, se ha recurrido a variables relacionadas con el presupuesto involucrado en las acciones, los organismos que han tomado parte en las mismas y los resultados que han obtenido en forma de publicaciones en revistas internacionales, tesis doctorales realizadas bajo dichas acciones, personal formado y patentes registradas. La valoración que se hace de la información recabada se lleva a cabo mediante la confección de indicadores de producción y productividad por presupuesto involucrado en cada proyecto o acción. El objetivo es ofrecer una valoración económica de los resultados que se han obtenido con cada una de esas acciones, de forma que se puede ofrecer una panorámica cuantificada de las aportaciones hechas por el PNTA y de los resultados generados con las mismas.
- *Evaluación estructural del PNTA:* este apartado es el que se centra fundamentalmente en el análisis de las relaciones que se han fomentado a través del PNTA. El análisis se ha fundamentado sobre la aplicación de una técnica econométrica, el análisis factorial, aplicado sobre las variables de número y presupuesto involucrado en las diferentes acciones financiadas por el PNTA así como las que se han obtenido del CSIC y de la UPV en relación con los contratos bilaterales firmados por ambos tipos de organismos con empresas del sector de la Alimentación. Asimismo, se han empleado igualmente variables que describen las características del grupo de investigación como son tamaño y edad de los componentes. A través de este análisis es posible comprobar la relación existente entre los diferentes instrumentos, pudiéndose determinar si existe algún tipo de relación entre ellos en su empleo o si, por el contrario, no se puede establecer un patrón de comportamiento del grupo de investigación en función de la participación del mismo en los diferentes instrumentos analizados. Además, el uso de variables que describen las características del grupo ha ayudado a establecer, en aquellos casos en los que pudiera hablarse de relación, cuáles son las características que presenta el grupo en cuestión al objeto de fijar un grupo de control y poder emplearlo como punto de comparación con los demás.

- *Evaluación de la gestión del PNTA:* este último pilar del análisis se emplea como complemento de la evaluación estructural previa, pero es la segunda pieza clave de un estudio de corte estructural ya que, tal y como se ha definido el concepto de articulación, la gestión es una parte integrante de dicho concepto y, por lo tanto, juega un papel fundamental en la estructura y características que presenta el PNTA. La evaluación de la gestión se lleva a cabo a dos niveles. Por una parte se evalúa la gestión realizada por dos OTRI (la del CSIC en la Comunidad Valenciana y la de la UPV) como elemento de mediación y dinamización de la comunidad científica participante en el programa y, por otra, se analiza la gestión que se ha llevado del PNTA desde los organismos puestos a tal fin desde el propio PNTA, es decir, la CICYT en el caso de los Proyectos de I+D y las Acciones PETRI y el CDTI en el de los Proyectos Concertados.

Estos tres niveles de evaluación se complementan y conforman un cuerpo de estudio del PNTA suficientemente amplio como para poder ofrecer conclusiones en relación con la capacidad de articulación que ha desplegado el Programa evaluado.

Por último y en relación con la gestión llevada a cabo sobre el PNTA por el organismo central, el análisis trata de establecer un vínculo entre las posibilidades de generar interrelaciones entre agentes de entornos diferentes y la gestión que se ha efectuado del PNTA ya que consideramos que una “buena” gestión facilitaría la consecución de los objetivos marcados en el Programa, en el caso que aquí se estudia, la articulación del Sistema Alimentario de Innovación español. En consecuencia, se pretende analizar si el nivel de resultados alcanzados con los Proyectos de I+D, como indicador de un cierto tipo de actividad, se correlaciona con las relaciones que mantienen los grupos de investigación con el entorno productivo y si ello se debe a una gestión diferenciada en función de las características del grupo de investigación o si, por el contrario, se debe a acciones puntuales de los grupos de investigación sin que la gestión haya influido sobre el establecimiento de dichas relaciones. Para ello, se procede a postular y analizar la siguiente hipótesis:

Hipótesis 3: una gestión diferenciada en función de las características del grupo de investigación facilita y promueve los acercamientos entre dichos grupos y el entorno productivo, fomentando así la articulación del Sistema Alimentario de Innovación.

Las características que diferencian esta metodología de las que se han aplicado hasta ahora, estriban fundamentalmente en el peso otorgado al análisis de la gestión

desarrollada tanto por los organismos centrales (impulsores de la política) como de las estructuras de interfaz (responsables de la dinamización de los agentes participantes). El análisis que se hace del papel desempeñado por estos dos elementos, que se podrían asimilar a la “*estructura facilitadora*” de la que hablan Lipsey y Carlaw (1998), resulta fundamental para poder entender, con un grado de amplitud mayor que el que hasta ahora se ha ofrecido, el fenómeno de las relaciones en su sentido más amplio: desde la conformación de una relación de cooperación puntual con objeto de abordar juntos un proyecto de investigación hasta la consolidación de dicha relación en una forma estable en la que cada parte confía en las posibilidades de la otra y que va más allá de la participación conjunta en proyectos financiados con dinero público. Es decir, las relaciones personales que se pueden conformar, permiten la consolidación de la relación entre instituciones de forma más estable, lo que se puede plasmar en la participación en contratos bilaterales o el intercambio de personal entre centros, por citar algunas formas. Desde luego, y como se mostró en el apartado 3.4, no se puede olvidar que los motivos que llevan a agentes diferentes (en nuestro caso investigadores y empresas) a colaborar son muy dispares, lo que se traduce en una dificultad adicional a la hora de consolidar las relaciones.

Por otro lado, el estudio de las relaciones se ha cimentado sobre una base cuantitativa y cualitativa, con objeto de ofrecer una visión lo más amplia posible tal y como ponen en evidencia las mostradas previamente. El análisis cuantitativo, como es lógico, proporciona un resultado numérico, un indicador, en definitiva una graduación que, de alguna manera, se puede plasmar en una escala. El llegar a conocer en profundidad las características de las relaciones entre los entornos científico, tecnológico y productivo ha requerido de la elaboración de un análisis de tipo cuantitativo sobre la actividad desarrollada en el primero de ellos, lo cual podría interpretarse como una gradación en la “*calidad*” de los investigadores. La intención de este análisis parcial dista mucho de ser esa, por lo que resulta conveniente aclararlo previamente para evitar posteriores malas interpretaciones. La utilidad de este análisis reside en que ayuda a establecer, siempre en función de las variables empleadas en el mismo, unas características formales de los grupos que, posteriormente, se contrastan a través de la entrevista con los miembros de dichos grupos. Estas características permiten fijar una tipología de los grupos participantes en el PNTA. Ciertamente, sobre esta tipología han influido factores que poco o nada tienen que ver con la creación de redes o la conformación de un sistema de innovación articulado, como son los baremos establecidos por los diferentes gobiernos para la promoción de los investigadores dentro del cuerpo de la administración del Estado o como son los tipos de incentivos fiscales fijados para las empresas para acometer

actividades catalogadas como “I+D”. Este tipo de factores que, aunque indirectamente, influyen sobre la estabilidad de las relaciones, no pueden ser controlados por los agentes objeto de la política evaluada, pero ayudan a dar forma, tanto a la actividad de unos y otros, como a la posibilidad de establecer relaciones entre ambos, fijándose éste como objetivo de primer orden o de un orden inferior en función de los intereses de los agentes.

En conclusión, esta metodología presenta ciertas similitudes con las mostradas anteriormente en cuanto que es una mezcla de métodos cuantitativos y cualitativos como mejor manera de recoger información y analizar un fenómeno, las relaciones, que se escapan a una completa comprensión si se emplearan por separado. Aún así, resulta evidente que no es posible ofrecer una respuesta satisfactoria en su totalidad sobre la forma en que las relaciones se han establecido y se mantienen a lo largo del tiempo. El papel que juegan variables que, de momento se escapan a la medición y valoración (léase el factor humano), es tan importante en el estudio de las relaciones que la más mínima anécdota puede dar al traste con el análisis más perfecto que se pueda diseñar y, por consiguiente, las conclusiones a que pueda llevar ese análisis distarán mucho de lo que ocurrió en realidad.

Por lo tanto y, tal y como ponen de manifiesto autores como Georghiou y Roessner (2000), la teoría puede verse modificada por nuevas evidencias empíricas. Por ello, diferentes perspectivas generan diferentes preguntas, que conllevan diferentes formas de buscar respuestas y diferentes formas de contestar a la pregunta.

En este caso, el estudio de las relaciones en un marco socioeconómico particular, ha implicado realizar modificaciones a la metodología de red tecnoeconómica para dar cabida a una situación diferente. Esta situación, como se puso de manifiesto en el apartado 5.1, se caracteriza por un sistema cuyos elementos apenas si son conscientes de su papel y en el que la política aparece marcada por un claro signo ofertista. Por lo tanto, es preciso acudir a la combinación de la metodología citada con otras más cuantitativas, con la introducción de indicadores de productividad y de producción, para poder reflejar en qué ha consistido el papel jugado por el PNTA dentro del sistema alimentario de innovación en España.

PARTE IV: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

6. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN: INTRODUCCIÓN

En este apartado se muestran los resultados que se han alcanzado en el estudio de la articulación fomentada desde el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos sobre el Sistema Alimentario de Innovación en España. Para ello, el capítulo se divide en tres grandes subapartados dedicados, cada uno de ellos, a una parte específica del análisis.

El primer subapartado muestra los resultados en relación con el producto generado por los participantes en el programa. Es decir, qué han proporcionado los agentes que han participado, a partir del dinero que se les ha suministrado a través de los distintos instrumentos con que cuenta el programa. En este sentido se muestran, con especial interés, los resultados que se han generado a partir de la participación de los investigadores en los Proyectos de I+D en forma de publicaciones, patentes y personal formado, fundamentalmente. Todo este conjunto de resultados se presenta para todo el país y se establecen ciertas clasificaciones por comunidades autónomas y tipos de centros participantes, al objeto de elaborar un mapa general de la investigación en tecnología de alimentos. Igualmente, se mostrará la capacidad de transferencia de resultados de investigación que han tenido las Acciones PETRI a través de los grupos de investigación y las empresas que han participado en las mismas. Por último, se examina el papel que han desempeñado los Proyectos Concertados como generadores de resultados satisfactorios para las empresas. Para terminar este apartado, se presentan dos casos concretos de la participación en el programa ya que constituyen dos ejemplos paradigmáticos de la investigación en el área de tecnología de Alimentos: el primero de ellos es la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), que cuenta con un departamento específico en esta área de investigación y el segundo es el Consejo Superior de

Investigaciones Científicas (CSIC), representado por los institutos del área objeto del estudio. Éste es el principal organismo público de investigación en España y el que ha tenido una mayor participación en el Programa tanto en términos absolutos como relativos.

El segundo subapartado del capítulo se centra en la presentación de los resultados alcanzados con el estudio concreto de las relaciones fomentadas en el sistema alimentario de innovación. Para ello, se presentan, primeramente los resultados a nivel nacional: qué tipos de relaciones se han encontrado entre los diferentes agentes que han tomado parte en el PNTA, con una caracterización de éstas al objeto de establecer una tipología de las mismas. En segundo lugar, el estudio de las relaciones se centra específicamente en los dos casos de organismos representativos del entorno científico que ha tomado parte en el PNTA: la UPV y el CSIC. Para terminar este apartado, se muestra el papel que ha jugado el entorno tecnológico como agente “puente” entre el entorno científico y el productivo del Sistema alimentario de innovación, con especial énfasis en el buscado efecto multiplicador que puede desempeñar este entorno en la difusión de tecnologías.

En el último subapartado se analizan los resultados observados en relación con la gestión del PNTA. Desde el punto de vista estructural, la gestión de las políticas públicas se ha revelado como un elemento clave del proceso político, si se pretende que éste sea circular, al modo en que se desarrollan los procesos de calidad. Desde este planteamiento se ha considerado esencial analizar el papel de las estructuras gestoras: a nivel nacional, las diferentes oficinas encargadas de la gestión de las tres herramientas principales con que cuenta el PNTA, así como el papel de los gestores que se responsabilizaron de la gestión del Programa en sus diferentes épocas y, a nivel de los dos centros de investigación estudiados en profundidad, el papel de las estructuras de interfaz como elementos dinamizadores de los investigadores que participaron, desde dichos organismo, en el PNTA.

6.1. Los productos del Programa Nacional de Tecnología de Alimentos

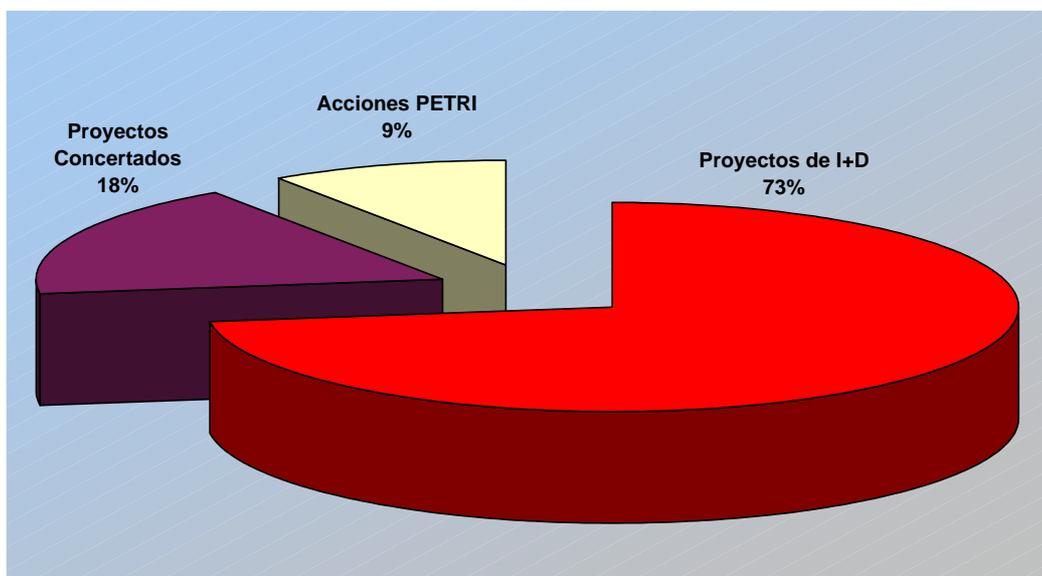
Resulta necesario mostrar cuales han sido los productos generados con la implantación de la política evaluada para poder entender mejor en qué medida dicha

política ha servido para fomentar las relaciones entre agentes y articular un sistema alimentario de innovación en España. Por ese motivo, este primer apartado se centra en la caracterización de los resultados generados con los factores suministrados por la política, los cuales han tomado la forma fundamentalmente de dinero canalizado a través de los tres instrumentos que se consideran en este estudio. Con esos resultados se pretende generar un mapa que primeramente identifique a los agentes que han tomado parte en el PNTA y, en segundo lugar, que cuantifique su participación en términos de factores consumidos (básicamente dinero) y resultados ofrecidos al conjunto del sistema tras la misma.

6.1.1. Panorámica general de los resultados

En primer lugar aquí se refleja una panorámica general de la participación en los diferentes instrumentos ofrecidos por el PNTA: los Proyectos de I+D, las Acciones PETRI y los Proyectos Concertados para pasar, posteriormente a analizar, uno por uno, los aspectos más destacados.

Gráfico 10. Distribución del número de instrumentos del PNTA llevados a cabo entre 1988 y 1995

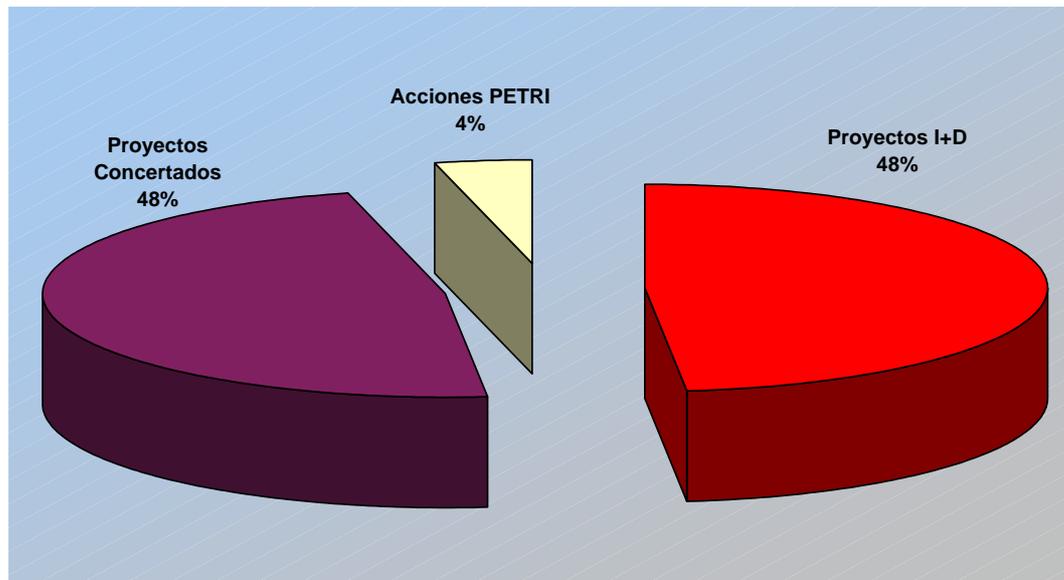


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la CICYT

Una primer aproximación a lo que han supuesto los instrumentos del PNTA (tanto los Proyectos de I+D como los instrumentos de interrelación, que reúnen a las Acciones

PETRI y a los Proyectos Concertados, como ya se indicó) consiste en mostrar qué proporción del PNTA han representado cada uno de ellos (Gráfico 10). Como se aprecia, casi el 75% de las actividades financiadas por el PNTA han consistido en la realización de proyectos de I+D que, como se describió, suponen la financiación de investigación aplicada pero sin intención de fomentar relación alguna entre agentes de diferentes entornos. Por otra parte, algo más de la cuarta parte de estas actividades se repartieron entre los instrumentos de interrelación, siendo los Proyectos Concertados los que supusieron una mayor cantidad. En cifras absolutas, se puede indicar que los Proyectos de I+D financiados fueron 441, las Acciones PETRI 57 y los Proyectos Concertados 109.

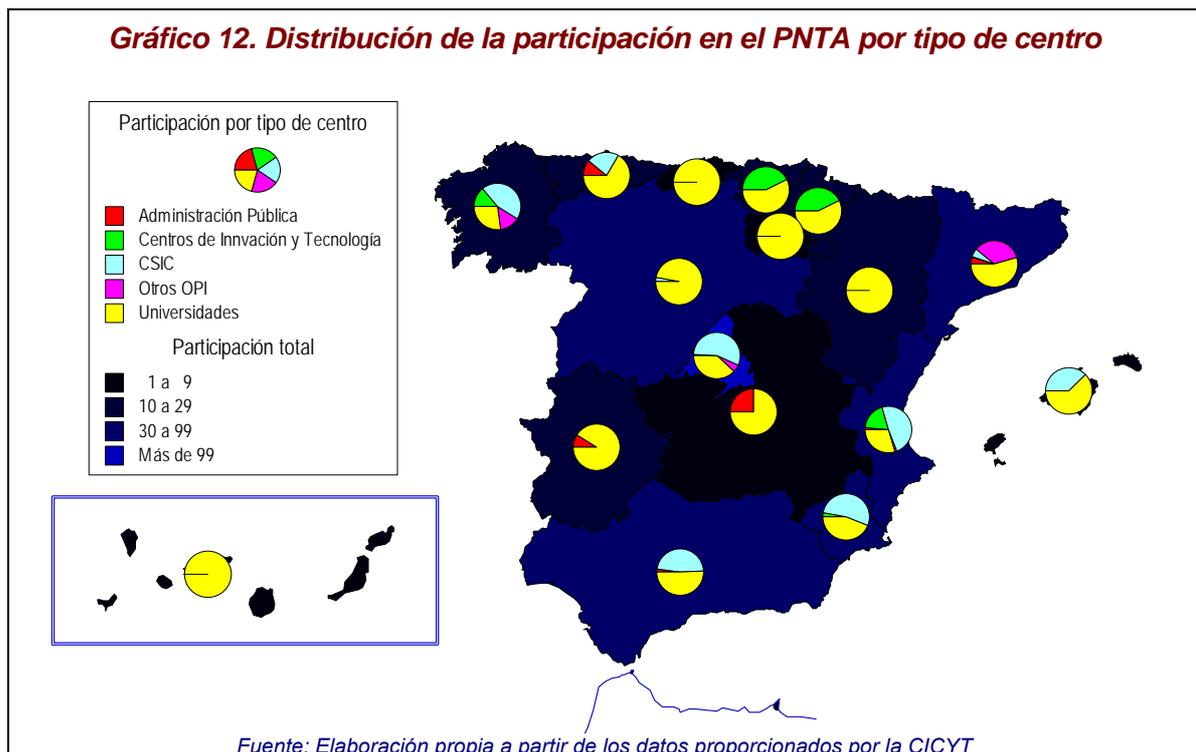
Gráfico 11. Distribución de la financiación pública recibida por los instrumentos del PNTA entre 1988 y 1995



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la CICYT

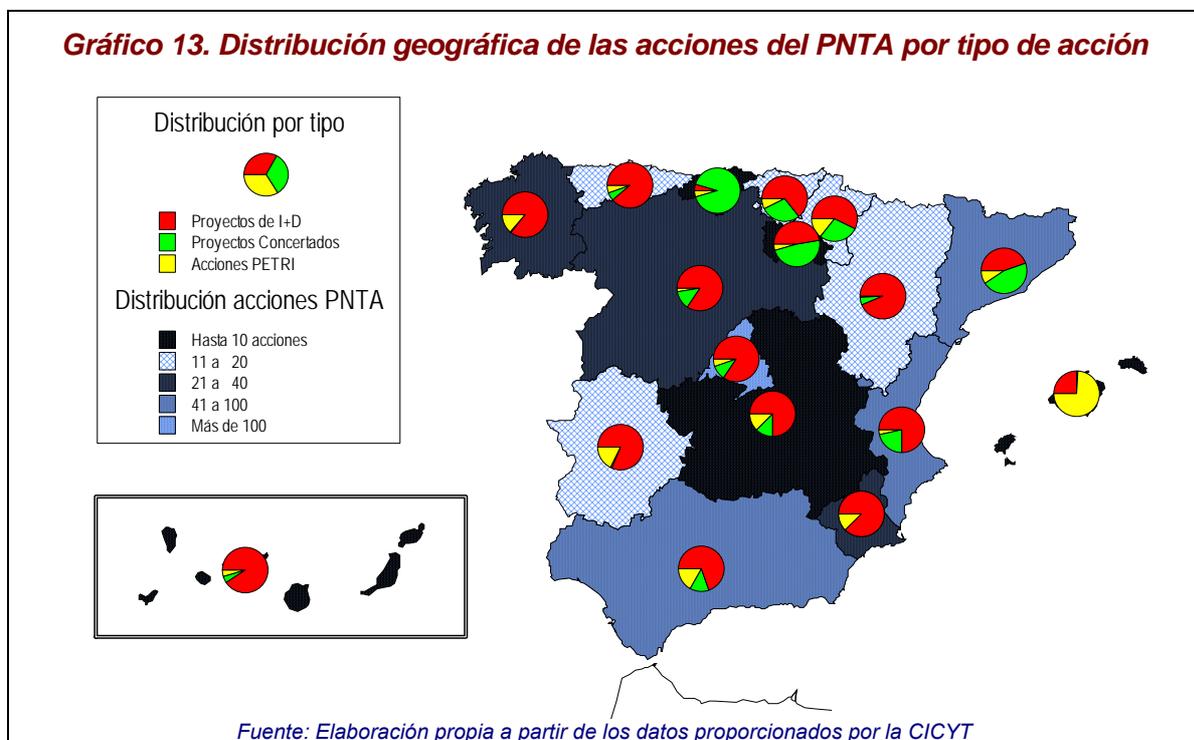
En cambio, si se analiza cuál ha sido la distribución de la financiación pública destinada a cada tipo de instrumento (Gráfico 11), se observa que los Proyectos de I+D y los Concertados han recibido una proporción idéntica de fondos. Hay que recordar que los instrumentos de interrelación suponían que las empresas participantes en el proyecto debían realizar una aportación. En el caso de los Proyectos Concertados esa aportación ha significado el 45% del total y en el de las Acciones PETRI el 43% (siendo el complementario hasta el 100% la financiación pública). Teniendo estos valores en cuenta se puede calcular el promedio de financiación recibida por cada tipo de actividad. Así, los Proyectos de I+D reciben, en promedio, unos 57.000€, las Acciones PETRI unos 62.000€

y los Proyectos Concertados unos 415.000€. Estas cifras sirven para poner de manifiesto que, si bien, los Proyectos de I+D son los más numerosos en cantidad, a la hora del reparto de fondos del PNTA son los que, en promedio, reciben una menor financiación. Cabe pensar entonces, que si los grupos de investigación prefieren no recurrir a la búsqueda de financiación a través de los instrumentos de interrelación, se pueda deber a motivos que tienen que ver más con dificultades que encuentran dichos grupos en la elaboración de las propuestas (quizás debido a una insuficiente ayuda de gestión para los grupos de investigación), la complicación administrativa que supone para una empresa o, incluso, el propio desconocimiento de éstas sobre la existencia de tales instrumentos, o con la falta de una cultura de colaboración entre los OPI y las empresas del sector de la Alimentación, más que con la escasez de recursos destinados a estos instrumentos. No se puede olvidar que un instrumento que no cuenta con el apoyo preciso para enseñar su “manejo”, carece de valor por muy bien diseñado que esté.



Si siguiendo con el análisis descriptivo del PNTA, en el Gráfico 12 se muestra cuál ha sido la distribución, por CC.AA., de la participación en el mismo de los OPI y agentes del entorno tecnológico, no así de las empresas. En un primer vistazo se aprecia que Madrid es la CC.AA. en la que se ha llevado a cabo un mayor número de actividades del

PNTA, seguida a distancia por todas las comunidades del Mediterráneo junto con Castilla y León. En cuanto a la distribución geográfica de los tipos de centros es interesante hacer notar el elevado porcentaje que supone la presencia del CSIC en las comunidades de Madrid, Andalucía y Comunidad Valenciana (con la presencia de los centros más emblemáticos del CSIC en el área de tecnología de alimentos), pero también en Galicia y Murcia, donde se podría pensar que el peso de las universidades sería superior. Por otro lado, también hay que destacar la elevada proporción en la participación que representan los otros OPI en Cataluña así como los CIT en el País Vasco y Navarra. En definitiva, esta imagen muestra la ubicación geográfica de los principales agentes del sistema de innovación alimentario.

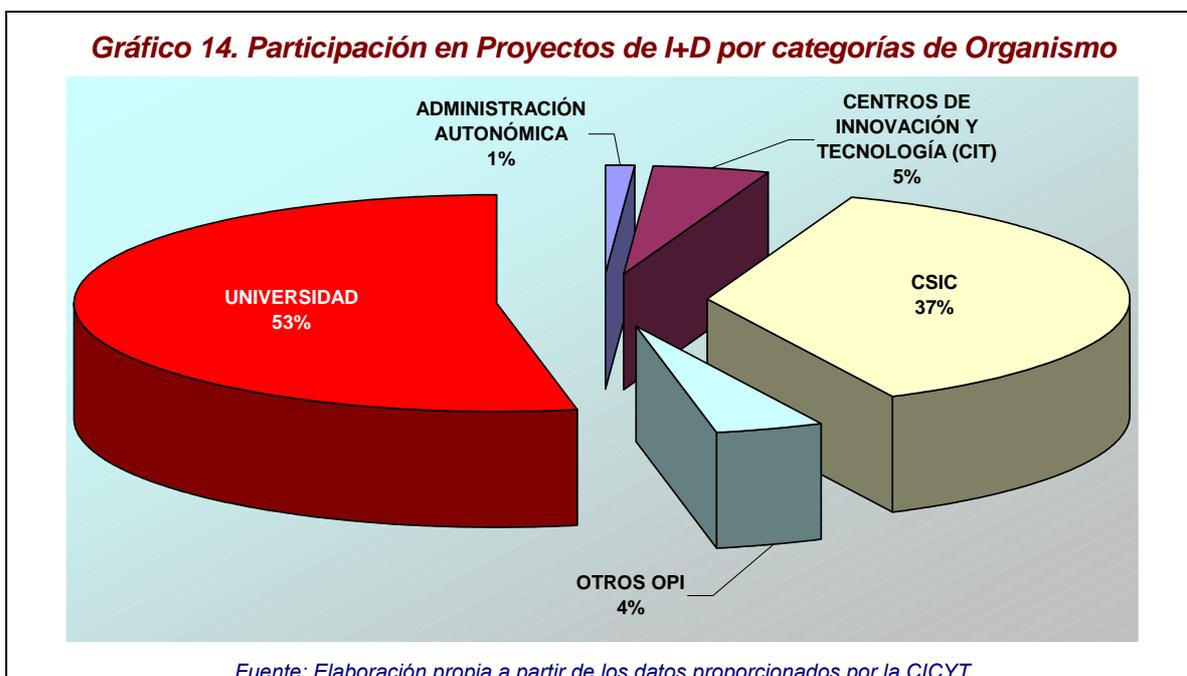


En el Gráfico 13 se puede apreciar la distribución geográfica de las acciones financiadas por el PNTA entre 1988 y 1995 por tipo de acción así como el total de las mismas. En primer lugar se observa que Madrid es la comunidad que ha realizado el mayor número de acciones, seguida por Cataluña, Comunidad Valenciana y Andalucía. Otro dato significativo sobre la distribución regional es que en la mayoría de las CC.AA. se han realizado mayoritariamente Proyectos de I+D con la excepción de Cataluña, en donde los Proyectos Concertados representan una proporción muy similar a la de los

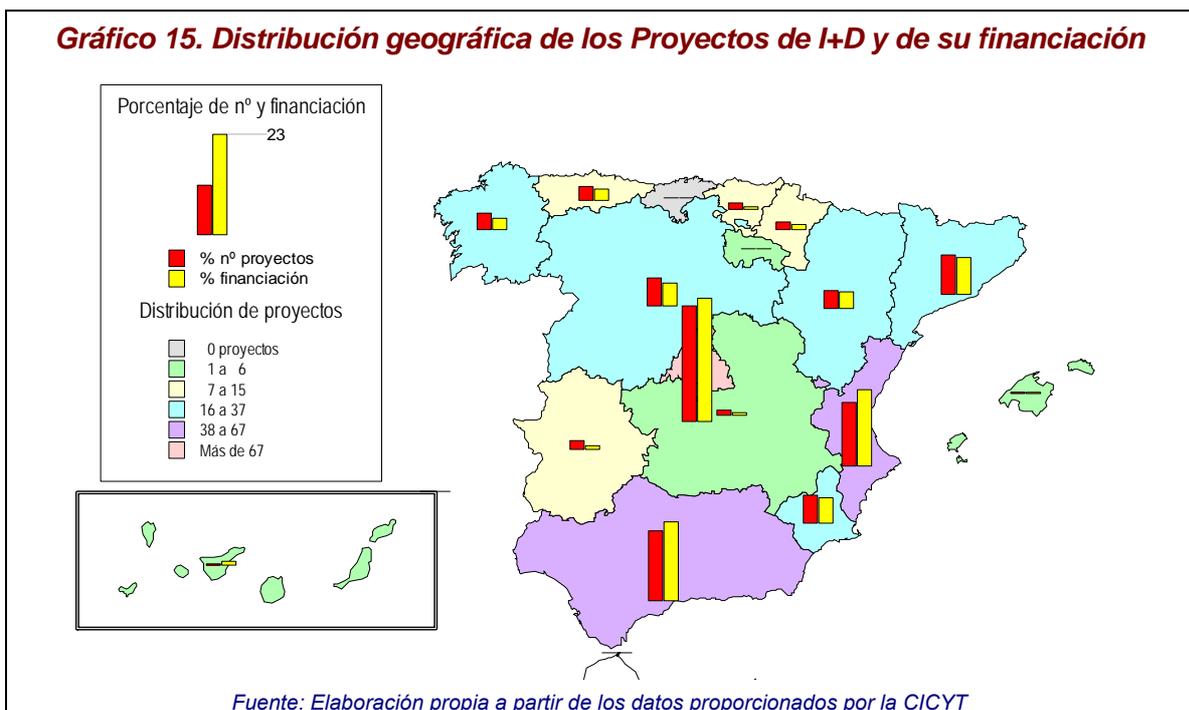
Proyectos de I+D, proporción que también se observa para el caso de La Rioja. En los casos de Cantabria y Baleares la proporción es muy superior en Proyectos Concertados, en la primera comunidad y Acciones PETRI en la segunda, pero también hay que tener en cuenta que el número total de acciones llevadas a cabo en ellas es muy reducido, por lo que esta distribución no podemos decir que resulte significativa de una mayor propensión a colaborar con las empresas de los grupos allí ubicados.

Los Proyectos de I+D

A continuación se presenta el análisis de lo que ha ocurrido con el primer tipo de instrumentos del PNTA analizados: los Proyectos de I+D. El siguiente gráfico muestra cuál ha sido la distribución de esa participación por tipo de organismo. Para ello, los diferentes participantes han sido clasificados en cinco categorías: Administración, Universidad, CSIC, Otros OPI y Centros de Innovación y Tecnología. De acuerdo con estas categorías, en el Gráfico 14 se observa que las universidades llevan a cabo un porcentaje mayoritario de los proyectos, el 53%, pero el principal OPI, el CSIC, absorbe el 37% de los proyectos financiados. El resto de organismos se reparten un 10% de los proyectos, siendo los CIT y otros OPI los que tienen una mayor representación, dentro de este último bloque.

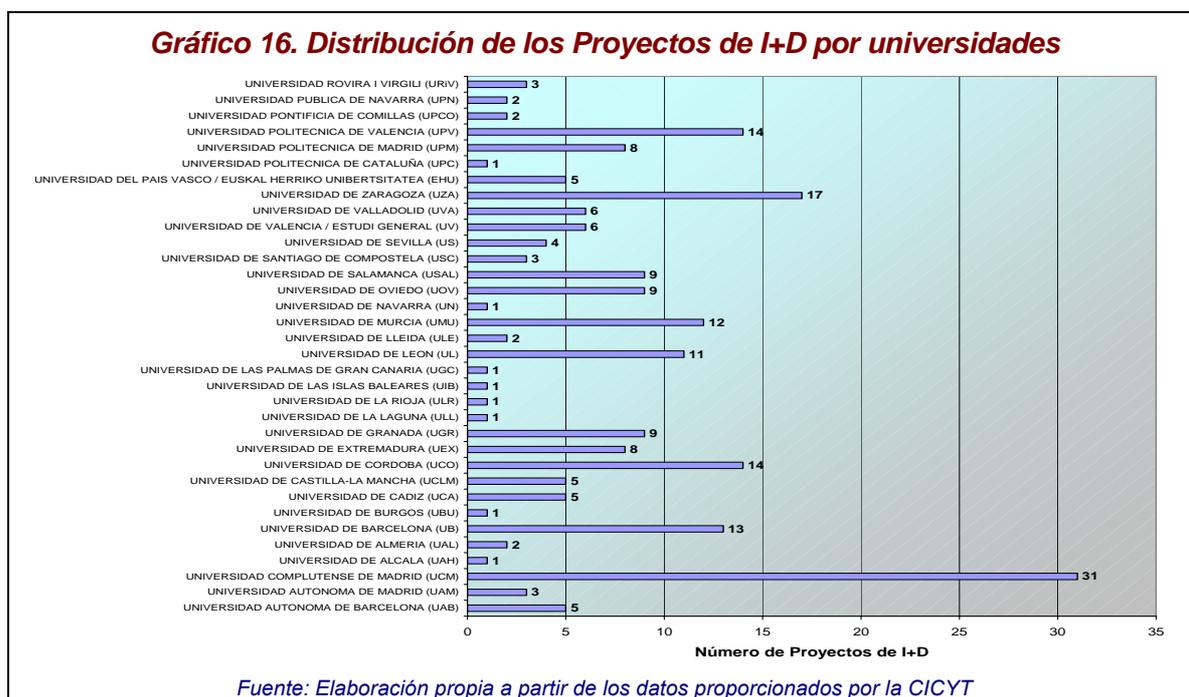


Esta panorámica muestra que los proyectos son fundamentalmente desarrollados entre las universidades y el CSIC, con la salvedad de que el número de universidades que ha participado es muy superior al número de institutos del CSIC, por lo tanto y, como se indicará a continuación, proporcionalmente, el CSIC es el agente del entorno científico con una mayor participación en este instrumento. Si uno se fija brevemente en la distribución geográfica del mismo (Gráfico 15), igualmente se puede apreciar la distribución por el territorio nacional de los principales centros que han llevado a cabo los Proyectos de I+D. Nuevamente se aprecia que en Madrid es donde se produce la mayor concentración de Proyectos de I+D (108). No es casualidad, ya que en esta comunidad están ubicados dos de los cuatro institutos del CSIC que desarrollan una labor más activa en esta área de toda España. Además, cuenta con la universidad que ha participado más activamente en el PNTA, la Complutense de Madrid. A gran distancia se encuentran Andalucía y la Comunidad Valenciana (con 66 y 60 proyectos respectivamente), lo que tampoco es casual ya que en cada una de ellas se ubican los otros dos institutos del CSIC con mayor tradición de investigación en el área, amén de que en esas comunidades se ubican tres universidades con una alta participación en el PNTA: las de Granada, Córdoba y Politécnica de Valencia. En un tercer nivel se encuentra Cataluña, donde se han subvencionado 37 proyectos de I+D realizados, en su gran mayoría, en el seno de la Universidad de Barcelona.



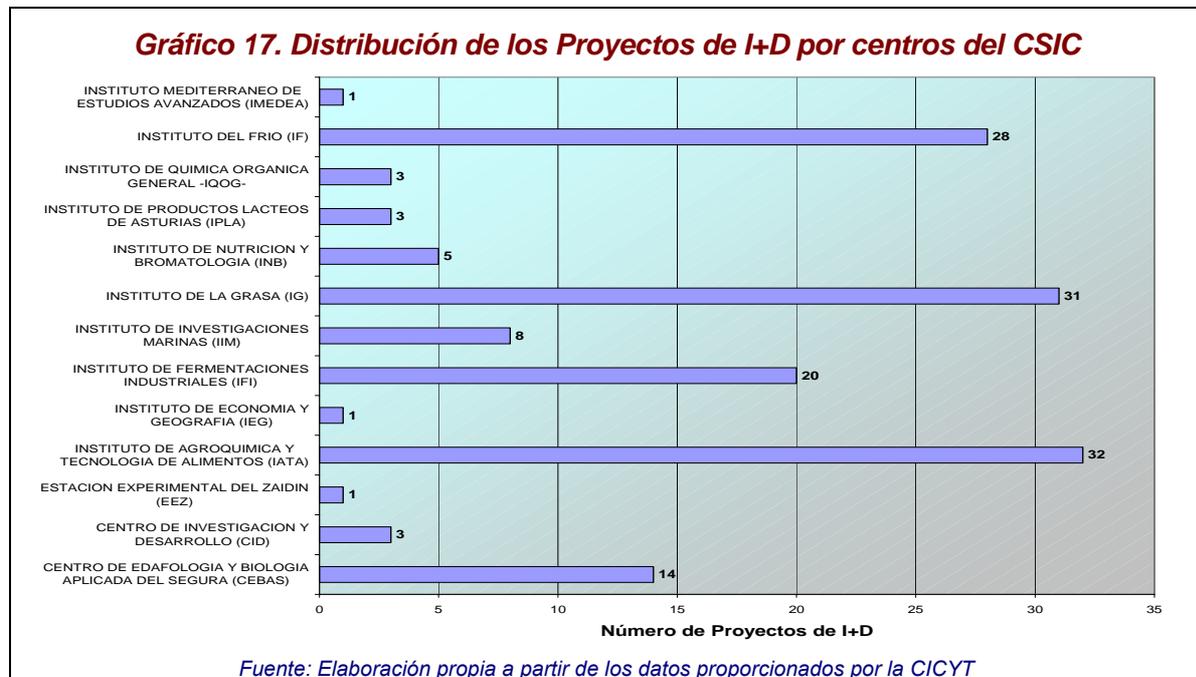
Esta distribución ofrece una panorámica de la ubicación de los principales centros del área científica que nos preocupa y a la que se dirige el PNTA y ya permite poder establecer cierta aproximación, aunque sólo sea geográfica, entre el mundo científico y la industria alimentaria española, integrantes ambos del sistema de innovación alimentario.

Asimismo, se observa que la financiación que reciben estos proyectos es superior en aquellas comunidades en que se ubican los cuatro principales institutos del CSIC, lo que permite deducir que en los proyectos desarrollados en estos centros participan, en promedio, más investigadores que los que se llevan a cabo en el resto de centros que han tomado parte, lo cual se pondrá de manifiesto más claramente con posterioridad. A continuación aparecen desglosadas las categorías de Universidades y CSIC entre los diferentes centros que han tomado parte en los proyectos ya que son los principales agentes del entorno científico. En primer lugar aparece desglosada la participación de las universidades en este instrumento (Gráfico 16). Esto nos permite entrever la dispersión que existe entre dichos centros.



Una segunda lectura, de mayor interés para este estudio, es la de la importancia que tiene la investigación en Tecnología de Alimentos en estos centros, ya que tan sólo destaca una universidad, la Complutense de Madrid, con 31 proyectos. A ésta le siguen 6 con más de 10 proyectos, entre las que se encuentran la de Zaragoza con 17, la

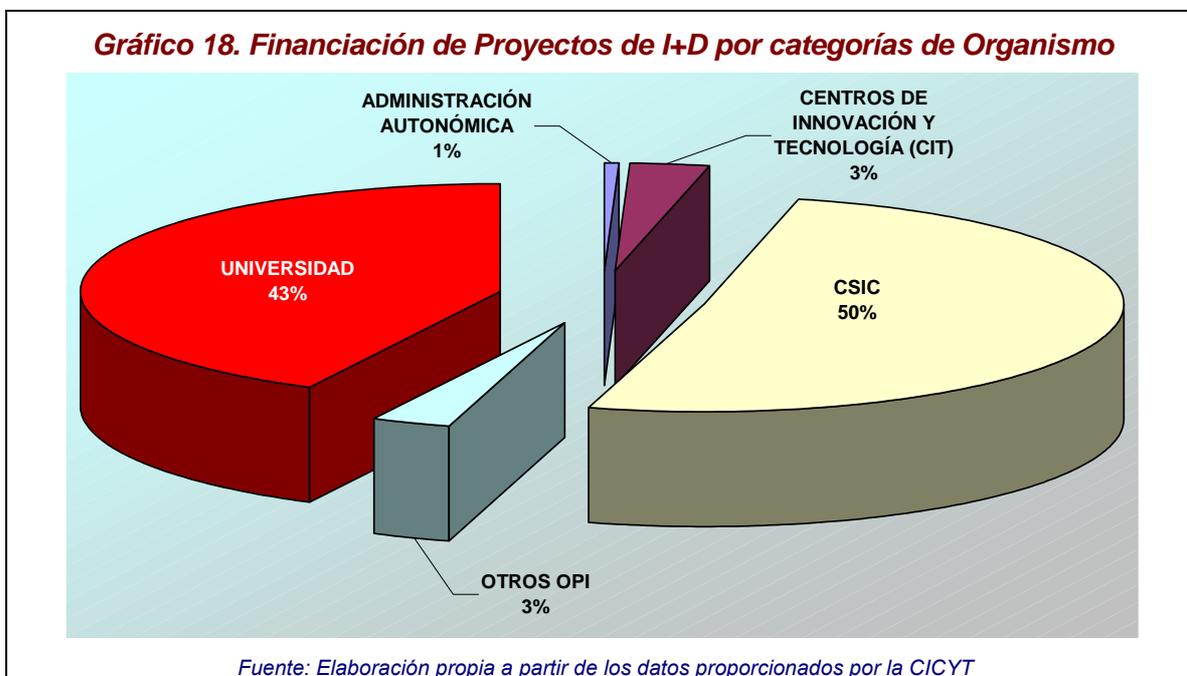
Politécnica de Valencia y la de Córdoba con 14 cada una, la de Barcelona con 13, y las de Murcia y León con 12 y 11 respectivamente. Hay que indicar que la aportación más importante realizada por la Complutense de Madrid es la debida a la Facultad de Veterinaria, en la que se han llevado a cabo 21 proyectos de la cifra total. Esta segunda lectura resulta más interesante ya que será más probable encontrar relaciones entre agentes del entorno científico y productivo cuando exista un cierto interés en el centro de investigación por llevar a cabo investigaciones en este campo. No hay que perder de vista el hecho de que un cierto proyecto presentado a otro programa del Plan Nacional distinto del que aquí se analiza puede no haber obtenido financiación en dicho programa y sí conseguirla en el PNTA, al estar ese proyecto a caballo entre dos disciplinas científicas.



Por lo que respecta al CSIC, los principales institutos, como ya se había puesto de manifiesto anteriormente, son el IATA, el IG, el IF y el IFI (Gráfico 17), en donde se han llevado a cabo 111 proyectos de los 150, es decir, el 74% de los Proyectos de I+D. Pero también representan el 27,3% de todos los proyectos financiados entre 1988 y 1995, cifra que ya pone de manifiesto la importancia de este cuarteto en la investigación española en Tecnología de Alimentos. Si se continua haciendo la lectura de los otros centros en los que se realiza investigación en Tecnología de Alimentos, nuevamente aparecen entre los institutos del CSIC algunos cuya relación con esta disciplina es relativa o escasa. De

hecho, de los 13 institutos que han llevado a cabo Proyectos de I+D bajo el PNTA, tan sólo 8 integran el área científica de Tecnología de Alimentos de acuerdo con la estructura publicada por el propio CSIC, quedando fuera de ella el IMEDEA, el IQOG, el IEG, la EEZ y el CID. Nuevamente se encuentran proyectos que es posible que hayan sido impulsados por investigadores con un interés relativo en la Tecnología de Alimentos, pero que, en cualquier caso, resulta poco probable que sirvan de fundamento para una relación con la IABT.

Otro dato que conviene examinar es el referente a la financiación proporcionada por el PNTA a través de estos proyectos y su distribución por centros (Gráfico 18). En relación con la distribución que han recibido los cinco tipos de centros en que se han distribuido los proyectos de I+D hay que hacer notar un hecho interesante: mientras que en número de acciones las universidades copaban el mayor porcentaje, ahora es el CSIC el que absorbe la mayor cantidad de financiación, lo que da una idea de que los proyectos llevados a cabo por los institutos del CSIC son desarrollados por equipos más grandes en promedio, que los que se realizan en las universidades. Por lo que respecta a los realizados por la administración, otros OPI y CIT, absorben una cantidad aún más marginal que en número de proyectos.

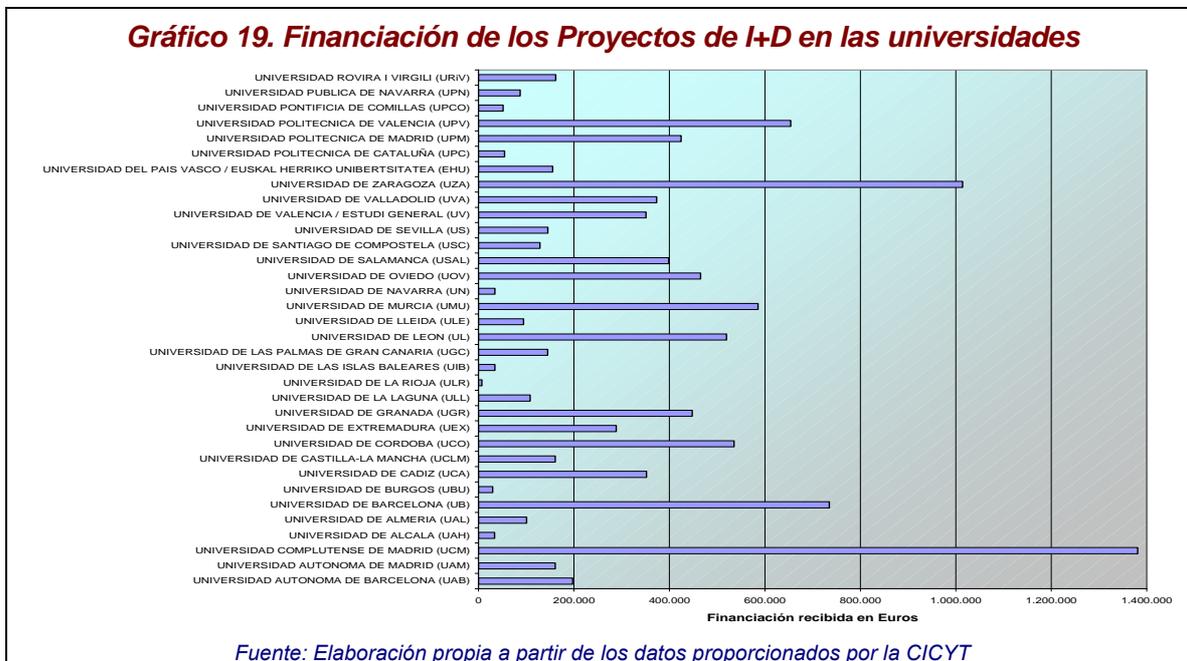


Estos datos ponen de manifiesto que el CSIC es el OPI español en que se aglutina una mayor proporción de la actividad investigadora española en Tecnología de Alimentos, lo cual no deja de ser un hecho conocido. Pero se podría pensar que con la aparición de universidades en prácticamente todas las provincias españolas a lo largo de las décadas de los 80 y 90, se habría producido una redistribución de los fondos para financiar a los nuevos equipos pertenecientes a estas universidades. En realidad, lo que se ha producido es una redistribución entre Planes Nacionales como consecuencia de la duración media de los proyectos (tres años). Durante el período de vigencia del 1^{er} Plan Nacional (1988-1991), el CSIC acudió en masa a dos de las cuatro convocatorias abiertas (las de los años 1988 y 1991), mientras que las universidades sólo lo hicieron en mayoría en la segunda (la de 1989). Con ello, el CSIC logró aglutinar 88 proyectos, que suponían el 61% de la financiación total concedida, mientras que las universidades consiguieron financiación para 94 proyectos por un 33% de la financiación total.

En cambio, durante el 2^o Plan Nacional (1992-1995), fueron las universidades las que acudieron en mayoría en dos de las cuatro convocatorias (las de los años 1992 y 1995) consiguiendo, en total, financiación para 123 proyectos por el 53% del total concedido, mientras que el CSIC sólo acudió mayoritariamente en la convocatoria del año 1994, con lo que durante ese 2^o Plan Nacional sólo llevó a cabo 63 proyectos que absorbieron el 40% de la financiación total concedida por el PNTA. La razón hay que buscarla en la duración media que tienen este tipo de acciones, que es de tres años, por lo que durante la vigencia de un Plan Nacional (hay que recordar que se elaboran con una duración cuatrienal) pueden acudir a una o dos de las cuatro convocatorias. El motivo de que las universidades no lo pudieran hacer durante el año inicial del 1^{er} Plan hay que buscarla en lo imprevisto que resultó el lanzamiento de aquella primera convocatoria y lo novedoso que resultaba el solicitar ayudas para la investigación desde las universidades. Los institutos del CSIC, mucho más acostumbrados a elaborar propuestas de investigación en el área de tecnología de alimentos, pudieron acudir desde el primer año.

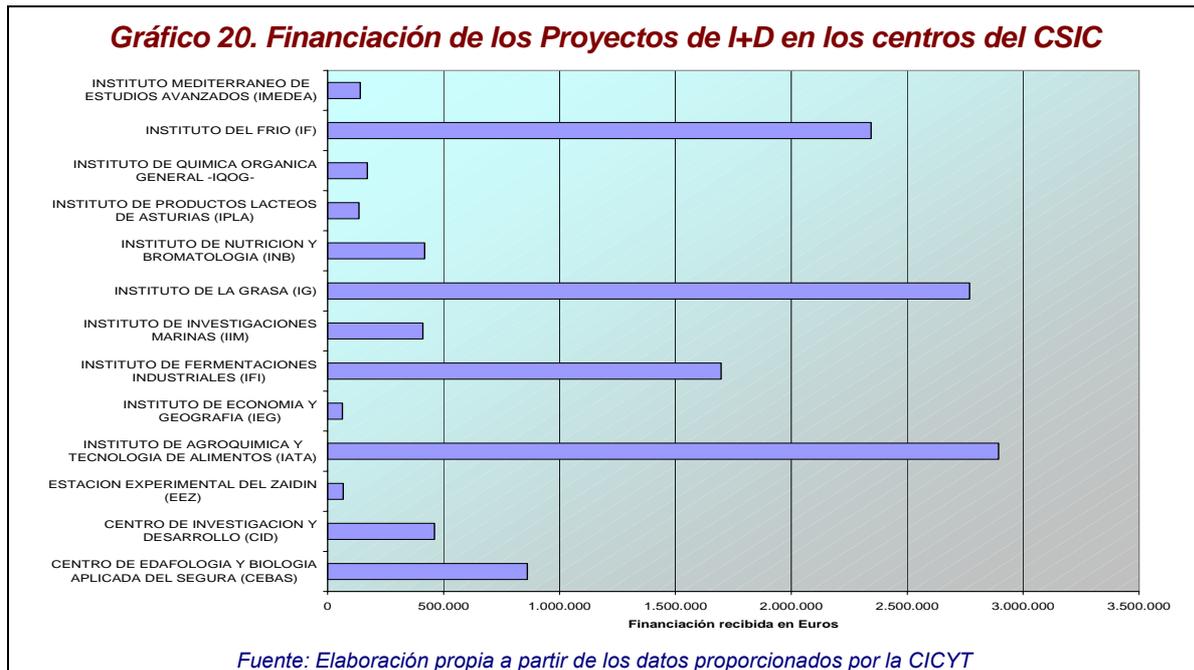
Este hecho, que se puede interpretar como una falta de previsión y de capacidad de reacción por parte de las universidades, ha determinado, en gran medida, un panorama de financiación de los Proyectos de I+D con unos característicos dientes de sierra. Pero, más allá del aspecto anecdótico que ofrece la evolución temporal de dichas acciones, hay que tener en cuenta que este esquema genera anomalías en la medición de los resultados alcanzados con los proyectos, pues se produce una acumulación de los mismos en los años en que se procede a enviar los informes finales,

lo que redunda en una valoración falseada de dichos resultados¹¹², es decir, nuevamente aparecen los dientes de sierra.



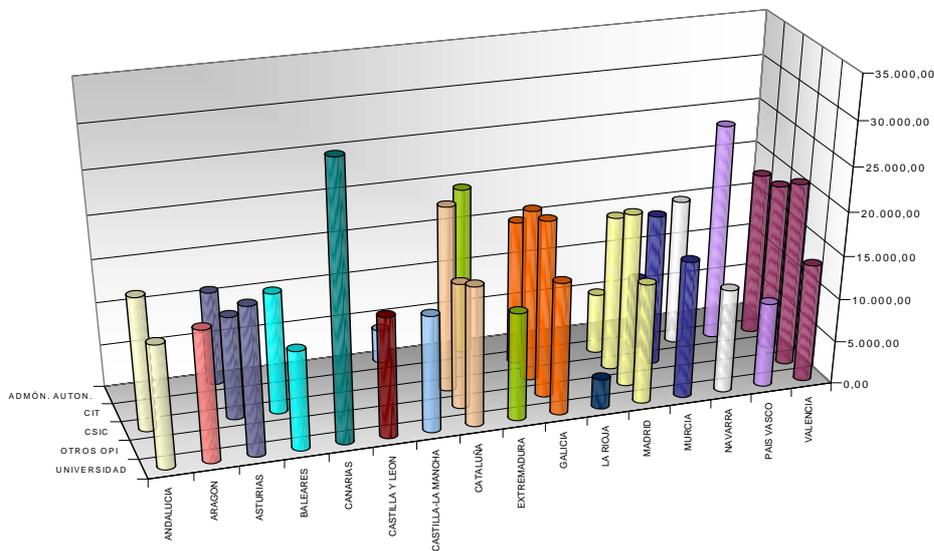
Si uno se centra en la financiación que han recibido las universidades (Gráfico 19), al igual que ocurría con el gráfico referido al número de proyectos desarrollados, la Complutense de Madrid acapara el mayor porcentaje de financiación, siguiéndole y en el mismo orden, las de Zaragoza, Barcelona y Politécnica de Valencia. Sí que resaltaremos el hecho de que la Universidad Complutense de Madrid, aún siendo el centro universitario de mayor importancia en esta área científica, tan sólo ha logrado obtener algo más de la mitad de los fondos que los otros dos centros del CSIC en que se han realizado tantos proyectos como en esta universidad. Una vez más, se pone de manifiesto el mayor poder del CSIC a la hora de atraer financiación para un área con una cierta trayectoria histórica dentro de este organismo. Por lo que respecta a la financiación recibida por los Institutos del CSIC (Gráfico 20) tan sólo cabe indicar que el reparto se hace de manera equivalente al del número de acciones que llevan a cabo.

¹¹² Por descontado, existen técnicas para “alisar” las series de valores de una variable, pero cuando el horizonte temporal es relativamente reducido (entre 8 y 10 años en nuestro caso) ese alisamiento no proporciona una imagen fiel de la producción de los resultados.



A modo de resumen de lo mostrado anteriormente en relación con el reparto de los proyectos y de su financiación, se muestra a continuación un gráfico que representa el importe de los proyectos por tipo de organismo participante y por comunidad autónoma (Gráfico 21). En él se puede apreciar que los proyectos de I+D con mayor financiación son de carácter anecdótico: se realizan en las Islas Canarias y el País Vasco. En el primer caso, esta ratio es debida a dos proyectos que se han llevado a cabo en dicha comunidad, localizados en las dos universidades de esta comunidad. El segundo caso es el de un proyecto desarrollado por un CIT ubicado en el País Vasco, el Instituto Tecnológico Pesquero, AZTI. Lo anecdótico de dichos casos se debe a que estos centros tan sólo han tomado parte en proyectos de I+D en las ocasiones mencionadas y han logrado una financiación bastante elevada, con lo cual su promedio resulta igualmente muy elevado. Pero, ciertamente, otros centros, fundamentalmente los del CSIC, son los que han llevado a cabo los proyectos que han percibido una mayor financiación aunque, en promedio, dicha financiación es inferior, ya que su mayor número de participaciones, con un rango de presupuesto muy variado, hace descender el promedio. Con carácter general sí que se aprecia que el CSIC consigue una mayor financiación para sus proyectos que las universidades.

Gráfico 21. Financiación media de Proyectos de I+D por Autonomía y Tipo de Centro (euros)



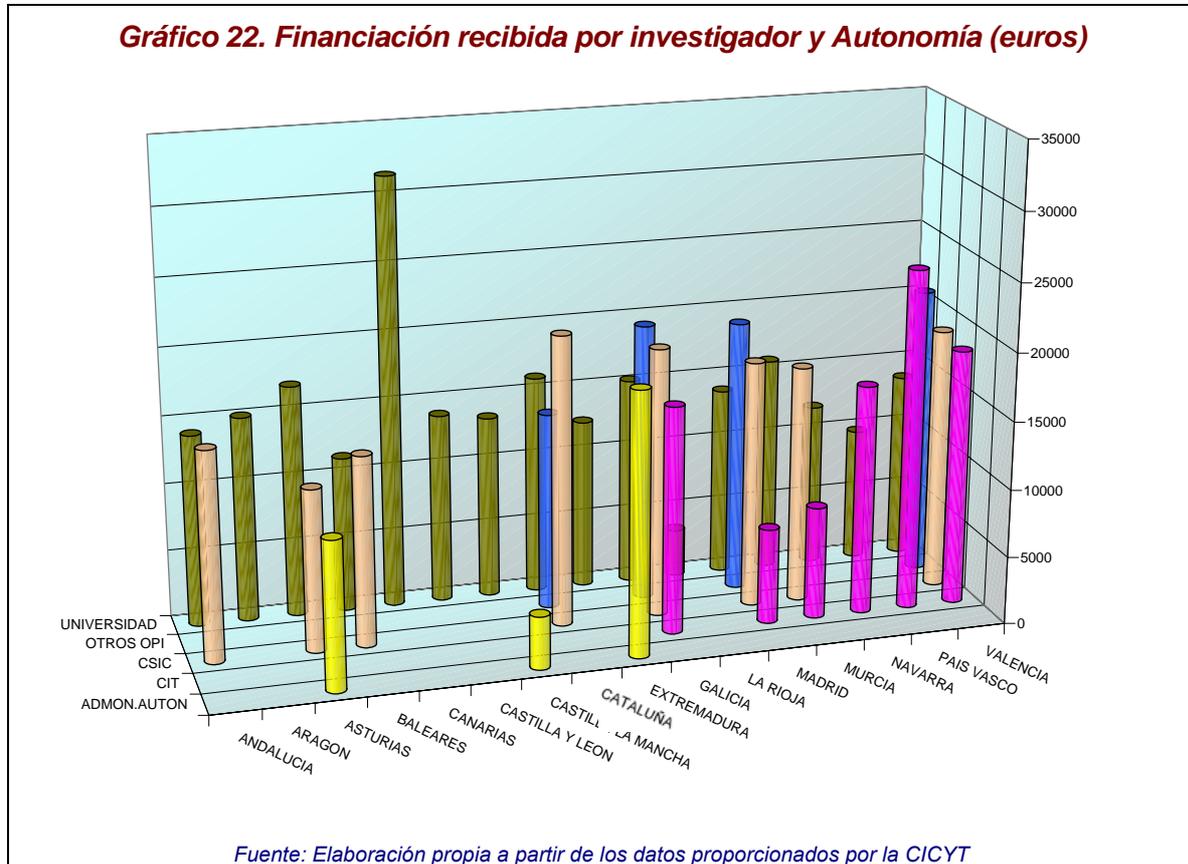
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la CICYT

Para terminar con los aspectos de recursos facilitados por el PNTA a los grupos de investigación a través de los proyectos de I+D se indica de manera resumida cuál ha sido el montante financiero con que han contado los investigadores de acuerdo con el tipo de centro y la autonomía o inversión por investigador y proyecto (Gráfico 22)¹¹³. Se pretende con ello mostrar una panorámica de qué tipos de centros son los que reciben una mayor cantidad de dinero y en qué lugares se concentra la inversión.

Lógicamente, las universidades de las Islas Canarias se destacan, puesto que, como se había indicado anteriormente, son las que generan los proyectos que más financiación reciben. Con esa salvedad, se puede ver que, entre las universidades, hay bastante uniformidad en la inversión que reciben los investigadores por proyecto en el que participan y es el tipo de organismo que, en promedio, reciben una financiación por investigador inferior tras la de los entes de la administración. Esa uniformidad se pierde en los casos de los otros OPI, la participación de la administración y los CIT. En el caso del CSIC, existe una cierta variabilidad en la financiación que reciben sus investigadores,

¹¹³ Un análisis más pormenorizado de la inversión recibida por los diferentes centros y por CC.AA. se encuentra en el Anexo V.

en promedio, superior a la que reciben las universidades y, tan sólo superada por el promedio de los otros OPI.



Si se realiza un examen por CC.AA. aparecen dos regiones extremas: por un lado las Islas Canarias, nuevamente presentan el promedio más elevado y, en extremo opuesto se sitúa La Rioja con los investigadores de su universidad con el promedio más bajo de todas España con menos de 3.500€ por proyecto. El resto de regiones se mueve en un entorno de 12.000 a 18.000€ de financiación por investigador, estando en la parte superior de ese rango regiones como la Comunidad Valenciana, Cataluña o el País Vasco y en la parte inferior Las Islas Baleares, Murcia y Asturias.

Cuadro 9. RESULTADOS GENERADOS EN LOS PROYECTOS DE I+D ENTRE 1988 Y 1995*

	Número Total	Media	Moda	Frecuencia de la Moda
Personal formado	1.270	3,1	2	20,1%
Becarios no doctores	236	0,6	0	71,0%
Becarios doctores	76	0,2	0	86,5%
Tesis escritas	641	1,6	1	29,0%
Artículos nacionales	461	1,1	0	63,9%
Artículos internacionales**	2.278	5,6	0	20,9%
Artículos nacionales de divulgación	326	0,8	0	72,7%
Artículos internacionales de divulgación	22	0,1	0	96,8%
Artículos nacionales de revisión	135	0,3	0	82,3%
Artículos internacionales de revisión	90	0,2	0	84,8%
Monografías nacionales	264	0,6	0	74,0%
Monografías internacionales	360	0,9	0	65,8%
Congresos nacionales	661	1,6	0	53,3%
Congresos internacionales	619	1,5	0	50,9%
Solicitudes de patentes**	66	0,2	0	87,7%
Patentes concedidas	13	0,0	0	97,8%
Solicitudes de patentes en España	60	0,2	0	87,5%
Solicitud de patentes internacionales	17	0,0	0	96,8%

Fuente: elaboración propia a partir de la información procedente de los informes finales de los Proyectos de I+D (CICYT).

Notas: *La información corresponde a 407 informes finales de Proyectos de I+D. ** Los informes finales no especifican si los artículos que aquí aparecen recogidos están incluidos o no en la base de datos del ISI ni sobre la nacionalidad de la solicitud de patentes. Aún así, nuestra revisión de la información revela que la mayoría de estas publicaciones están recogidas en el ISI (alrededor del 92%) y, de manera similar, la mayor parte de las solicitudes de patente (94%) se han realizado en la Oficina Europea de Patentes.

Tras analizar los recursos económicos facilitados por el PNTA a los agentes integrantes del entorno científico, se muestran ahora los resultados que se han generado con dichos recursos. Los principales resultados producidos por los grupos de investigación que han tomado parte en el PNTA a través de los Proyectos de I+D aparecen recogidos en el Cuadro 9. Un análisis de dichos resultados debe centrarse, en primer lugar, en prestar atención a las frecuencias de las variables. De este inicial análisis se desprende un dato interesante que hay que poner de manifiesto, ya que la media suele ser un estadístico muy socorrido al que acudir al analizar este tipo de información. Pues bien, sometiendo a estas variables al test de normalidad, se pone de manifiesto que la distribución de las mismas no se corresponde con distribuciones normales¹¹⁴. Por este motivo, la moda es, en este caso, un estadístico más representativo del comportamiento

¹¹⁴ Ver anexo I para la explicación del test Kolmogorov-Smirnov aplicado para comprobar la bondad del ajuste.

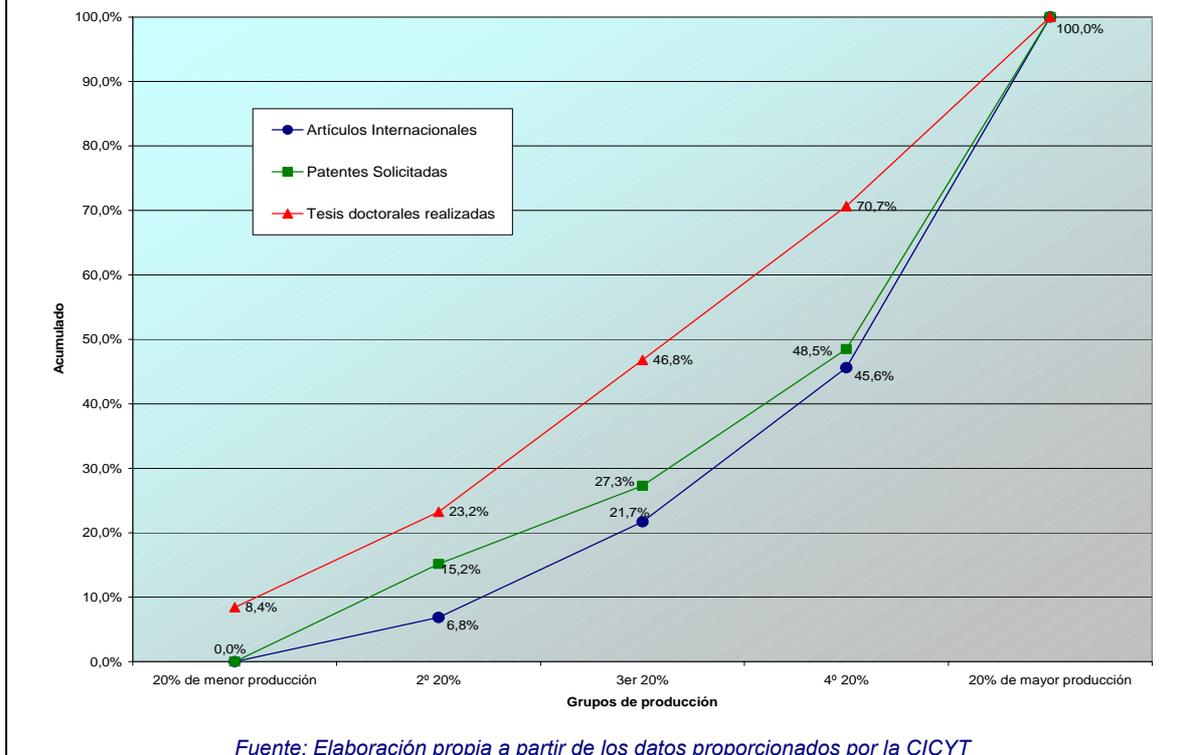
medio de las muestras ya que el uso de la media nos podría conducir a conclusiones erróneas.

A primera vista se observa que el *cero* es el valor modal más frecuente para casi todas las variables, incluidas aquellas que presentan una media superior a dicho valor. Se observa cómo la frecuencia de la moda presenta valores muy elevados, tanto en variables con significado económico, tales como las relacionadas con patentes, como en otras que miden los resultados de carácter científico, como son las de asistencia a congresos o monografías. Las únicas variables con una frecuencia de la moda más reducidas son las referidas a artículos internacionales publicados, personal formado y tesis doctorales presentadas, con valores en torno al 20%.

Estos resultados sirven para poner de manifiesto la gran dispersión que existe en los resultados producidos con los Proyectos de I+D. Así, por ejemplo, se podría considerar que la difusión de los resultados ha sido importante, ya que la media de artículos internacionales generados por proyecto se aproxima a 6. Por el contrario, la moda de dicha variable es cero.

Para poder profundizar sobre las características heterogéneas de los grupos de investigación que se han puesto de manifiesto con los datos anteriores, resulta interesante conocer cuál es la distribución de los resultados generados. Para ello, se ha procedido a ordenarlos de acuerdo con sus niveles de producción en relación con dos variables consideradas clave en la producción científica (artículos internacionales publicados y tesis doctorales generadas) y una más próxima a la producción de tecnología (las patentes registradas). La ordenación de los proyectos se ha realizado de acuerdo con la serie correspondiente a los artículos internacionales, ya que, actualmente se emplea como criterio de evaluación. De acuerdo con esta variable, se han llevado a cabo las agrupaciones de los Proyectos de I+D distribuyéndolos en cinco grupos de producción, desde el 20% de proyectos en que menos artículos internacionales se han escrito, hasta el 20% de proyectos en que más artículos se han escrito. Las otras dos variables se han emparejado de acuerdo con la ordenación de la primera variable.

Gráfico 23. Distribución de las publicaciones internacionales, las patentes y las tesis realizadas de acuerdo con los grupos de producción que han participado en el PNTA



Un dato interesante es que las series referidas a artículos internacionales y patentes registradas prácticamente coinciden. En segundo lugar hay que destacar el hecho de que hay un 20% de proyectos en que no se generan resultados de estas características y otro 20% (el de mayor nivel de producción) en que se generan cerca del 55% de los resultados referidos a artículos internacionales y patentes registradas (Gráfico 23). Se puede concluir que la distribución de la variable “artículos internacionales” se asemeja, en cierta medida, a la distribución denominada “Ley de Lotka¹¹⁵” sobre productividad científica (Lotka, 1926)¹¹⁶. Además, hay que añadir que las otras dos variables referidas a los resultados generados con los Proyectos de I+D (patentes solicitadas y tesis doctorales dirigidas) también se distribuyen de manera similar (eso sí, en un grado diferente) a la proporcionada por la variable representativa de los artículos internacionales de acuerdo con los cinco grupos de producción anteriormente formados.

¹¹⁵ Dicha Ley de Lotka no es sino una aplicación muy concreta de la Ley de Pareto sobre *distribución de los ingresos*, también conocida como la “ley 80/20” a la que ya nos referimos en el apartado 3.1.

¹¹⁶ La distribución de la Ley de Lotka adopta la siguiente forma funcional $f(x) = \frac{C}{x^b}$ y queda definida para unos valores de los parámetros $C = 0,608$ y $b = 2$. En nuestro caso, los parámetros toman los siguientes valores: $C = 0,3574$ y $b = 1,4569$.

La variable más alejada de dicha distribución es la referida a la elaboración de tesis doctorales. A pesar de ello, se puede comprobar que en el grupo de proyectos con menor producción sólo se produce el 8% de este tipo de trabajos, mientras que en el grupo de mayor nivel de producción se genera el 30% de las tesis. Este hecho no hace sino poner de manifiesto la forma de trabajar en las universidades, donde los becarios y profesores contratados que se encuentran realizando sus tesis, con una calidad científica reducida en numerosas ocasiones, lo que no se traduce posteriormente en publicaciones científicas internacionales.

En definitiva, es constatable la heterogeneidad entre los Proyectos de I+D que se han financiado en el PNTA, lo cual es indicativo de la necesidad de una gestión y un tratamiento diferenciados para cada uno de estos grupos.

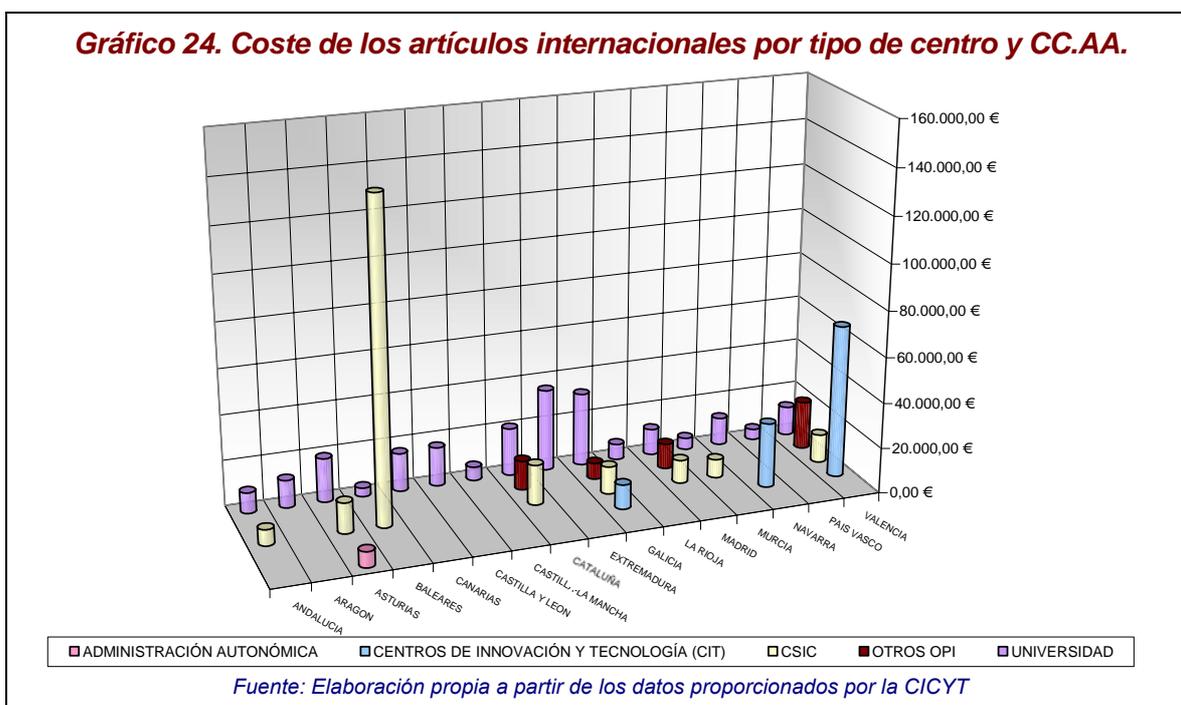
Por otro lado, también se ha encontrado que el nivel de producción de artículos internacionales está significativamente relacionado con el tamaño del grupo de investigación, lo cual, a primera vista, parece evidente. Aún así, el coeficiente de correlación obtenido entre ambas variables no es especialmente elevado: la correlación de Pearson es de 0,489 (significativa al 1%). En cambio, al estudiar la correlación del tamaño de grupo con una variable indicativa del nivel de productividad del grupo (medida como número de artículos internacionales producidos en un proyecto por EJC¹¹⁷) la correlación desaparece, lo que lleva a pensar que la posibilidad de publicar artículos internacionales no depende tanto del tamaño del grupo de investigación como de la calidad de la investigación que, obviamente, no se puede medir con las variables disponibles y, desde luego, esa no es la finalidad de este trabajo.

Si se presta atención sobre la producción de artículos internacionales¹¹⁸, que se puede considerar como uno de los principales productos de los proyectos de I+D, resulta interesante analizar cuál ha sido el comportamiento de los grupos de investigación en relación con dos indicadores relevantes: el coste de la publicación y la productividad del grupo de investigación. Para ello, se ha definido el coste de una publicación como el montante de la financiación recibida para realizar un proyecto partido por el total de publicaciones internacionales generadas con en ese proyecto. El segundo indicador, el

¹¹⁷ Acrónimo de *Equivalente a Jornada Completa* (también se puede encontrar como EDP: equivalente a dedicación plena), que es la unidad empleada para medir el tamaño de un grupo de investigación y que indica el número de personas que participan en un determinado proyecto si todas ellas tuvieran dedicación exclusiva al mismo en una jornada laboral normal.

¹¹⁸ Consideramos artículos internacionales aquellos que han sido publicados en revistas recogidas en las bases de datos del ISI, la Science Citation Index (SCI) y la Social Science Citation Index (SSCI).

relativo a la productividad, se ha definido como el número de publicaciones sobre los EJC involucrados en el proyecto. Para efectuar el análisis relativo al coste de las publicaciones, se ha procedido a agrupar las observaciones en tipos de centros y el Gráfico 24¹¹⁹ recoge los resultados por comunidades autónomas.



Si se excluyen los casos extremos de Baleares (por parte del CSIC) y de la Comunidad Valenciana (por parte de dos CIT), se puede apreciar que el coste medio de las publicaciones generadas por el CSIC en Cataluña es el más elevado. En cambio, en aquellas CC.AA. en que este organismo tiene una presencia más importante (Andalucía y Madrid), el coste es bastante inferior al del promedio de la institución (que, eliminando el caso atípico de Islas Baleares, pasaría de más de 27.500€ a unos 11.600€) o muy próximo a ese promedio (caso de la Comunidad Valenciana, la tercera comunidad con una presencia destacada del CSIC). En definitiva, parece que el coste de las publicaciones generadas por el CSIC hay que valorarlo de acuerdo con el que arrojan estas tres comunidades, pero un análisis más detallado de esta institución se realizará posteriormente. El otro tipo de centro de mayor importancia, las universidades, presenta un coste medio inferior al del CSIC. Los centros de dos comunidades (Extremadura y

¹¹⁹ En el Anexo II se incluye una tabla con la información detallada referente al gráfico.

Galicia) son los que presentan un coste por publicación más elevado, doblando ampliamente el promedio del tipo de centro. En el primer caso, Extremadura, dos facultades de su única universidad, se reparten los 8 proyectos que han llevado a cabo, por lo que el promedio resultante sí que parece significativo. En el caso de las universidades de Galicia el promedio es resultado de la participación de tres facultades diferentes, por lo que el promedio que arrojan es menos significativo. Para terminar con el análisis por tipo de centro se puede mencionar que los CIT presentan resultados en tan sólo tres CC.AA. con una variabilidad tremenda y la administración presenta un caso de carácter anecdótico en el Principado de Asturias, puesto que es resultado de un laboratorio antiguamente dependiente de la red del INIA.

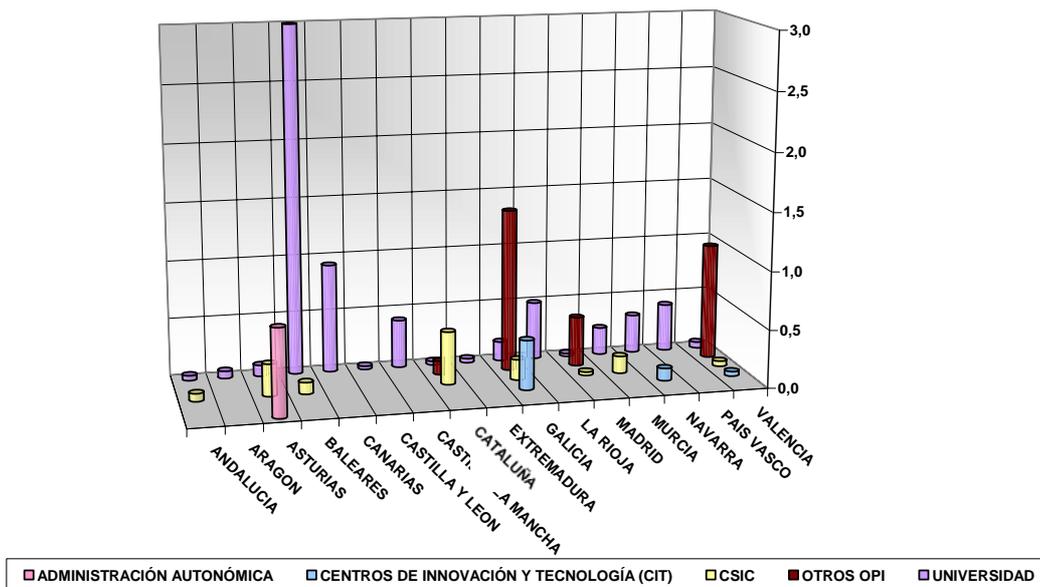
En cuanto a los promedio por CC.AA. en general resultan mucho más uniformes con la excepción, una vez más, de Extremadura. Si no se tiene en cuenta esta comunidad, las que presentan un mayor promedio de coste de la publicación son Navarra y Cataluña. En cambio, Madrid presenta uno bastante inferior al promedio nacional, ocupando el sexto puesto entre las de promedio más bajo.

Pasando al segundo indicador relacionado con la producción de artículos internacionales, el relativo a la productividad de los grupos de investigación, se puede observar en el Gráfico 25¹²⁰ los resultados agrupados por tipo de centro y comunidad autónoma, al igual que en el caso anterior. En primer lugar es necesario ofrecer una explicación sobre la interpretación de este indicador, cuyo valor varía entre 0 y un número real positivo. El objetivo es obtener un indicador que muestre el grado de producción que se alcanza con los Proyectos de I+D. El valor inferior de este índice es cero para todos aquellos proyectos que, entre sus resultados no se cuentan los artículos internacionales.

En primer lugar se aprecian tres observaciones que superan ampliamente el promedio nacional. Son las referidas a los otros OPI en la Comunidad Valenciana y Galicia y a la universidad en las Islas Baleares. Estas observaciones resultan atípicas porque tan sólo ha contribuido con un proyecto en cada caso a la elaboración del indicador. Eliminados esos casos del análisis, se observa que los mayores índices, por tipo de centro, son los proporcionados por las universidades, que producen un promedio de casi 0,4 artículos internacionales por proyecto y EJC. En cambio, el CSIC se queda en un 0,16 y las CC.AA. en que la presencia es más significativa están muy por detrás del promedio, no sólo nacional, sino incluso del CSIC, lo cual resulta mucho más

preocupante. El motivo de la preocupación surge como consecuencia de que se debería esperar una mayor productividad de estos centros, en comparación con las universidades, ya que los investigadores de los primeros se dedican en exclusiva a la investigación.

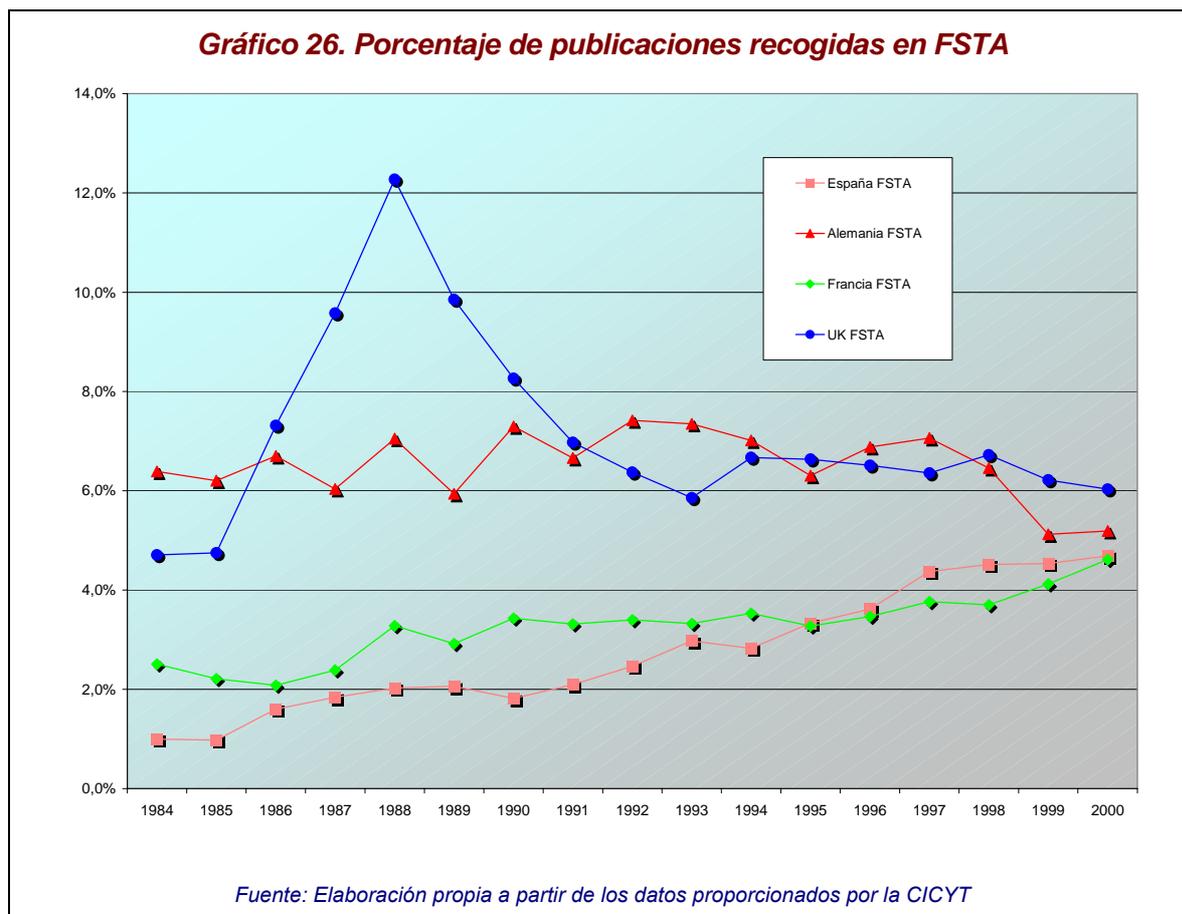
Gráfico 25. Productividad de los diferentes tipos de centro por CC.AA.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la CICYT

Por CC.AA. la productividad resulta nuevamente más uniforme que por tipo de centro, con una disminución en la variabilidad. Se destacan las Islas Canarias, con un índice próximo a la unidad y La Rioja, con 0,5. En cambio las comunidades menos productivas resultan ser Madrid (con la productividad inferior de toda España) seguida de la Comunidad Valenciana, curiosamente dos regiones en que se ubican centros punteros del CSIC y universidades con una participación en este instrumento que ha sido de las más elevadas, si no la que más.

¹²⁰ La información referente al gráfico se muestra en el Cuadro 26, incluido en el Anexo III.



En relación con los artículos internacionales, se ha procedido a hacer un pequeño estudio bibliométrico sobre los autores que han participado en el PNTA acudiendo, para ello, a las bases de datos elaboradas y mantenidas por FSTA (Food Science and Technology Abstracts). Si se analiza la tasa anual acumulativa de publicaciones incluidas en esta base de datos entre 1990 y 1996 y entre las que están los investigadores participantes en el PNTA, se puede comprobar que la tasa española fue del 17,7% (Fernández de Lucio et al., 2003) que, comparada con la tasa media de publicaciones recogidas en la base de datos (7,2%), es significativamente superior. Pero también lo es con respecto a países europeos líderes en la investigación (y publicación) en el área de tecnología de alimentos: Francia (7,4%), Alemania (5,9%), Reino Unido (4,5%). Estos datos resultan bastante representativos del crecimiento en el número de publicaciones españolas en esta área, pero también se le puede dar una lectura, como variable proxy, de la calidad de la investigación que se lleva a cabo en España en el área. Volviendo nuevamente a la base de datos FSTA, se observa que durante los años en que ha estado vigente el Plan Nacional el porcentaje de publicaciones con que ha participado España

ha ido creciendo paulatinamente hasta situarse por encima de Francia y acortando las distancias con Alemania y el Reino Unido (Gráfico 26).

Este incremento tan significativo se puede buscar, entre otros motivos, al cambio producido en la administración española sobre la forma en que se evalúan los méritos de los investigadores funcionarios. De acuerdo con Jiménez-Contreras, et al. (2002), parece que la creación de la Comisión Nacional para la Evaluación de la Actividad Investigadora (CNEAI) y de nuevos criterios de evaluación de dicha actividad, ha sido clave en el incremento del número de publicaciones que experimenta España, medido a través del Science Citation Index (SCI), entre los años 1989 y 2000.

Cuadro 10. TASA ANUAL DE VARIACIÓN TENDENCIAL DE LAS PUBLICACIONES RECOGIDAS EN EL ISI

	Total SCI	España	Alemania	Francia	Reino Unido	PNTA
1985-1988	3,6%	12,3%	7,4%	4,8%	2,4%	
1989-1992	5,5%	15,1%	8,7%	6,8%	1,3%	10,2%
1993-1996	4,7%	7,9%	4,1%	7,7%	3,8%	2,3%
1997-2000	-1,7%	1,0%	-5,7%	-0,3%	-0,1%	

Fuente: elaboración propia a partir de la información extraída de la base de datos ISI.

Ciertamente, otro tipo de motivos con los que también se relaciona este crecimiento son los relacionados con la implantación del Plan Nacional en 1988. Pero si se analizan otros indicadores a partir de la información extraída de la base de datos SCI¹²¹, se observa que el incremento del que se ha hablado no resulta tan espectacular. De hecho, al calcular la tasa anual de variación tendencial¹²², se observa que la tasa de publicaciones desciende paulatinamente entre los años 1985 y 2000, es decir, que el incremento que se produce en el número de publicaciones firmadas por autores españoles va descendiendo de forma continua (Cuadro 10).

En realidad se observa una deceleración a escala internacional en el número de publicaciones recogidas por esta base de datos, hecho que también se pone de manifiesto entre las publicaciones generadas en el marco del PNTA, pasando del 10,2%

¹²¹ A fin de hacer comparables los resultados generados a partir de la base de datos SCI del ISI y FSTA, los datos obtenidos del SCI proceden de una búsqueda compuesta por las revistas incluidas exclusivamente en FSTA.

¹²² En el Anexo IV se especifica la elaboración de dicha tasa y se muestra la información de partida empleada para elaborarla.

durante el período comprendido en el I Plan Nacional al 2,3% en el segundo. Si se observan los mismos resultados, pero en el caso de la base FSTA, la desaceleración no resulta tan evidente, como se pone de manifiesto en el Cuadro 11.

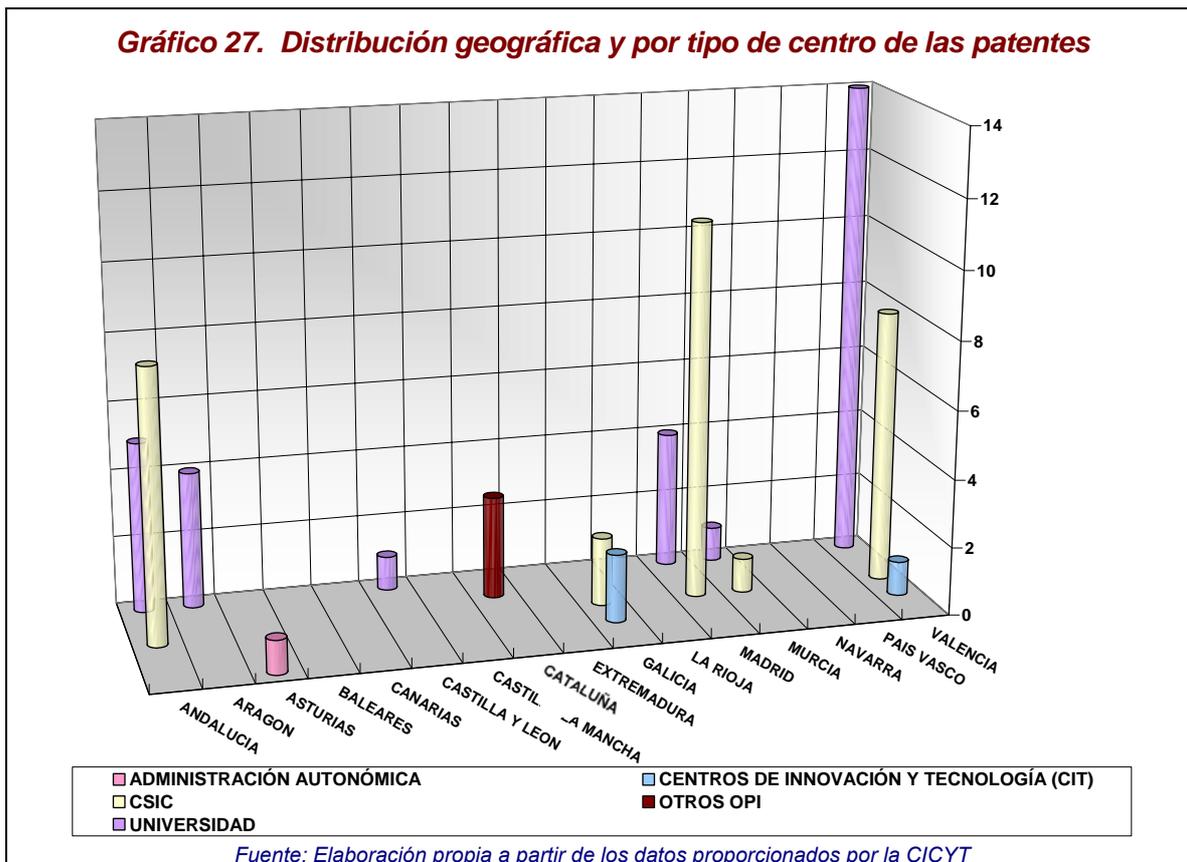
Cuadro 11. TASA ANUAL DE VARIACIÓN TENDENCIAL DE LAS PUBLICACIONES RECOGIDAS EN FSTA

	Total FSTA	España	Alemania	Francia	Reino Unido
1985-1988	-9,0%	13,0%	-6,2%	4,5%	21,3%
1989-1992	-1,7%	5,3%	4,2%	2,6%	-17,1%
1993-1996	9,5%	17,2%	6,7%	10,0%	12,2%
1997-2000	-0,9%	1,2%	-12,6%	6,4%	-3,2%

Fuente: elaboración propia a partir de la información extraída de la base de datos FSTA.

En definitiva, parece que, a nivel internacional, se ha producido una creciente incorporación de los investigadores españoles en las bases de datos bibliográficas, proceso que parece comenzar a ralentizarse a lo largo de los dos primeros Planes Nacionales de I+D. En cambio, aunque se puede apreciar una cierta ralentización en el área de tecnología de alimentos, ésta no resulta tan evidente y se está alcanzando una presencia en esta área similar a la de otras potencias europeas.

El segundo tipo de resultados proporcionados por los Proyectos de I+D que se va repasar es el de las patentes. El principal motivo es la trascendencia que tienen por emplearse en algunas situaciones como variable proxy de la transferencia de tecnología más que a lo abultado de su número como resultado de este instrumento. Es decir, de las patentes que se obtienen como producto de llevar a cabo un proyecto es más probable establecer una posterior relación con una empresa. Examinando primeramente la cifra absoluta de patentes obtenidas durante el período analizado (66 patentes solicitadas y 13 concedidas, Cuadro 9). Además, estas patentes han sido resultado de prácticamente los mismos proyectos que generaron una mayor cantidad de artículos internacionales (Gráfico 23). Por tipos de centro, es en las universidades donde se ha procedido a solicitar una patente en mayor número de ocasiones, siendo la Comunidad Valenciana la que ostenta la cifra más alta de solicitudes al contar con 23 (Gráfico 27).

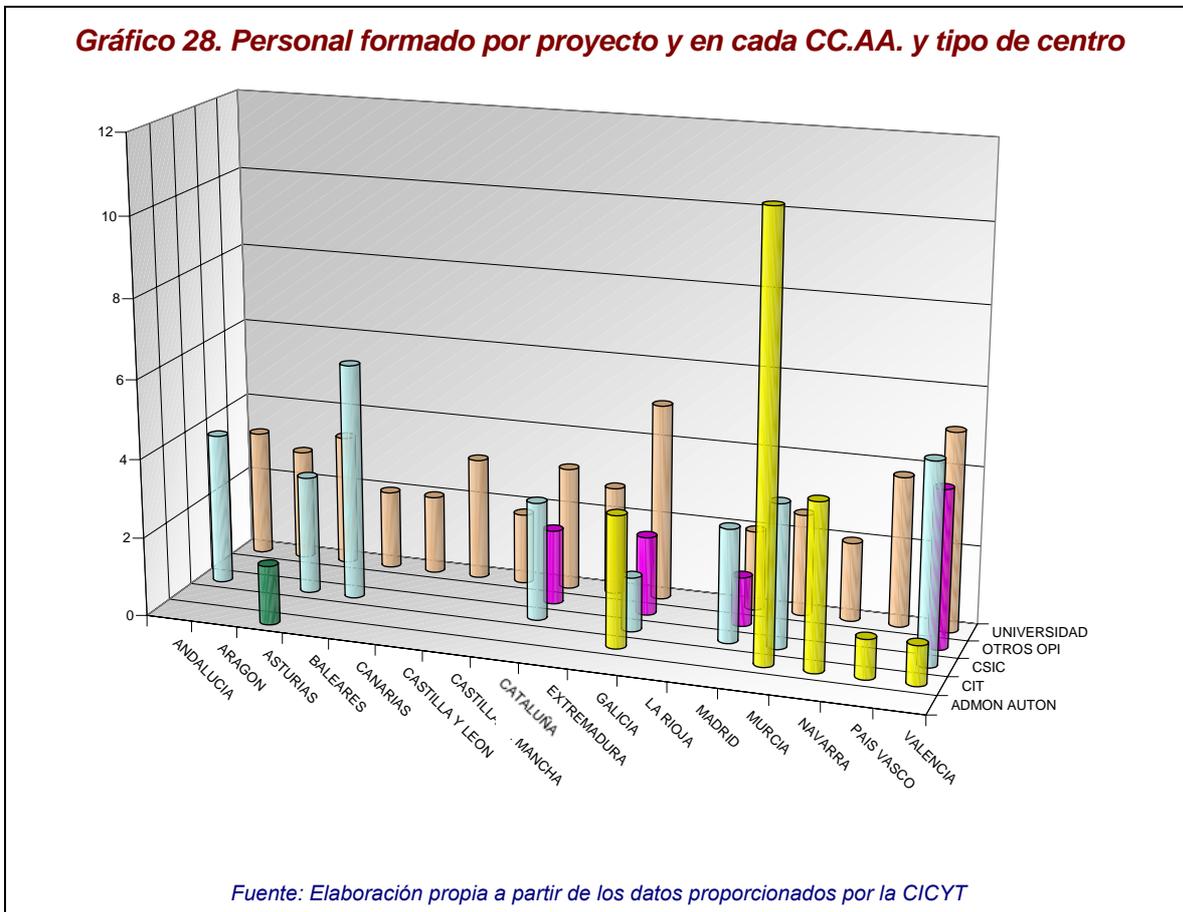


Los resultados mostrados dan una idea de lo escasas que han sido las patentes como resultado de los proyectos de I+D, por lo que se profundizará en los casos concretos del CSIC y de la UPV sobre el origen y destino de las patentes que allí se han generado con objeto de determinar si en algún momento han sido empleadas como vehículo de relación con empresas o, por el contrario, se ha generado con intención curricular por parte de los investigadores de los proyectos.

Para terminar este apartado sobre resultados de los Proyectos de I+D se van a mostrar algunas peculiaridades de los referentes a las tesis doctorales y el personal formado. En relación con el personal formado, es un tipo de resultado que se acumula fundamentalmente en las universidades y los institutos del CSIC y en mucha menor medida en los CIT. En los otros OPI y en la Administración es un tipo de resultado difícil de generar si se piensa en él como en personal que pasa a integrar el departamento o laboratorio tras haber participado en el proyecto. De todos modos la información que se ha proporcionado en los informes finales relativa al personal formado resulta muy engañosa y hay que tomarla y analizarla con grandes precauciones. El problema es que se han detectado varios casos en que el número de *personas formadas* está sobre

valorado con participaciones esporádicas o puntuales, sin que, en ningún caso, se pueda encontrar a parte de ese personal en el laboratorio, departamento o dependencia en la que se haya llevado a cabo el proyecto.

Gráfico 28. Personal formado por proyecto y en cada CC.AA. y tipo de centro

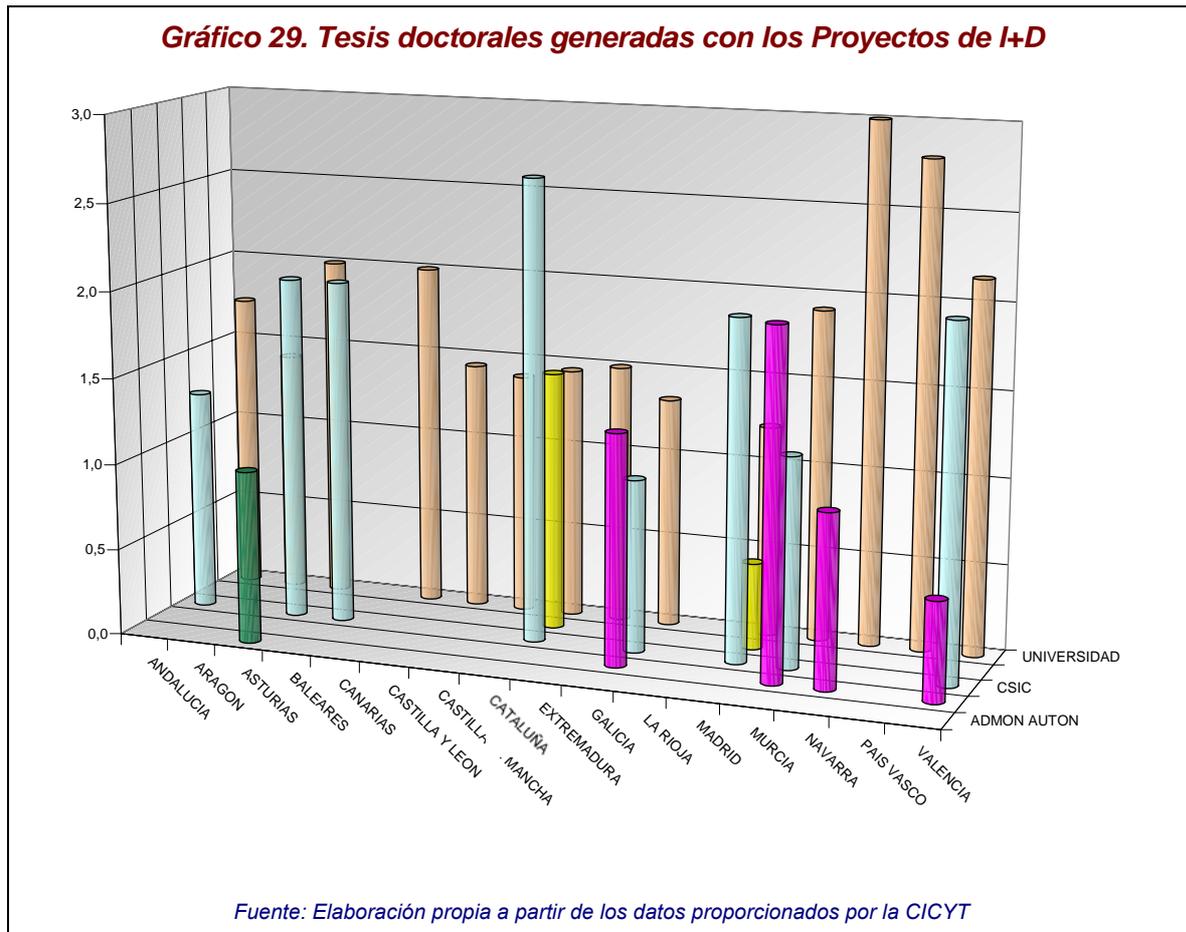


Teniendo en cuenta esa consideración previa, se puede indicar que las tres CC.AA. en las que se ubican los principales institutos de investigación del CSIC (Andalucía, Madrid y la Comunidad Valenciana) son las que aglutinan la mayor capacidad para formar personal a partir de este instrumento. A estas comunidades se les suman Castilla-León, Cataluña y, en menor medida, Aragón, Murcia y Asturias. Por tipo de centros, como se ha indicado previamente, el CSIC es el que tiene una capacidad mayor para formar personal. No en vano sigue proporcionando capital humano a universidades y otros centros de investigación formados en sus institutos. Sí que interesa poner de manifiesto, en relación con el CSIC, que aquellos institutos en los que la investigación en tecnología de alimentos no está tan implantada, la capacidad para formar personal desciende drásticamente. En relación con las universidades se pone de manifiesto que

tienen una mayor capacidad formadora aquellas en que la tecnología de alimentos tiene una mayor importancia.

Si se relativizan estas cifras y se valoran por proyecto (Gráfico 28), el panorama cambia bastante de imagen: se destaca de manera anómala un CIT de la comunidad murciana que, con un sólo proyecto, reconocen haber formado a once personas, pero tan sólo han generado dos tesis. Considerando ese dato, el promedio de personal formado de este tipo de centros es el más alto de los cinco tipos tenidos en cuenta. Entre los dos tipos de centro más importantes, CSIC y universidades, las diferencias son escasas, con un 3,6 de promedio para el CSIC por un 3,0 para las universidades. En el caso del CSIC, la Comunidad Valenciana sí presenta un porcentaje superior al del promedio del conjunto, mientras que la comunidad de Madrid se encuentra por debajo de ese promedio. Entre las universidades destacan las de Galicia y la Comunidad Valenciana, alcanzando las 5 personas formadas por proyecto, en cambio la Universidad de Castilla-La Mancha es la que arroja la cifra más baja con 1,8 personas formadas por proyecto. Curiosamente esta universidad aparece seguida, muy de cerca, por un grupo entre las que se encuentran las de las Islas Baleares y Canarias, Navarra y sorprendentemente Madrid. Por CC.AA. el mayor número de personas formadas es el de la comunidad de Murcia (con 5,7 personas formadas por proyecto), nuevamente propiciado por el dato del CIT. A continuación le sigue las Islas Baleares con 4, aún por encima del promedio nacional, que se sitúa en 3. Hay que destacar que Madrid se sitúa por debajo de ese promedio, con 2,1 personas.

El último resultado de los proyectos de I+D que se quiere destacar es el relativo al número de tesis doctorales que se elaboran a partir de dichos proyectos. Parece que este resultado debería estar estrechamente correlacionado con el anterior de personal formado, lo cual es cierto: el coeficiente de correlación bilateral de Pearson al 1% de significatividad es del 0,513 y resulta, efectivamente, significativo. En términos absolutos se observa que el mayor número de tesis se realiza en las universidades, lo cual resulta lógico a todas luces, siendo el CSIC el siguiente en número. Como dato atípico hay que destacar el que arroja el CSIC en la Comunidad de Madrid, con 114 tesis que representan casi el 20% de todas las tesis realizadas en España durante el período analizado. Pero, nuevamente y para ofrecer una aproximación más fiel al dato, se debe observar lo que ocurre en términos relativos, es decir, en el número de tesis doctorales por proyecto (Gráfico 29). Desde esta perspectiva, se produce una cierta homogenización en los promedios.



De hecho, a nivel regional casi todas las CC.AA. se encuentran en el entorno del promedio nacional de 1,7 tesis por proyecto. La única región que sobrepasa ese promedio con más amplitud es el País Vasco, con 2,8 tesis y en el extremo opuesto se encuentran Galicia y nuevamente Madrid, con 1,2 tesis de promedio en cada una. Este último dato resulta especialmente relevante sobre todo cuando se acaba de indicar que en Madrid es donde se acumula casi el 20% de las tesis dirigidas. Si uno se fija en los cinco tipos de centros del análisis, los resultados son poco sorprendentes: el CSIC y las universidades presentan los promedios más elevados, con 1,8 tesis en cada caso. Entre las universidades, la más destacada es la de Navarra con 3 tesis de promedio y las que presentan el promedio más bajo son las de Madrid. En el CSIC es el instituto de Cataluña el que presenta el promedio más elevado con 2,7 y el inferior lo ofrece el de Galicia.

Antes de concluir con el repaso de los Proyectos de I+D, pero ya fuera del ámbito de los resultados que han proporcionado, es interesante examinar un par de características relevantes de los mismos que, si bien, no son resultados en sí mismos, se pueden interpretar como una forma de colaboración o la posibilidad de establecer esa

colaboración en un futuro. Se está haciendo referencia, por un lado, a la posibilidad que se ofrece en este instrumento de llevar a cabo un proyecto en colaboración con otros centros bajo lo que se denomina proyecto coordinado. Cada uno de los subproyectos que lo integran producen sus propios resultados y cuentan con su presupuesto independiente de los otros subproyectos. Tan sólo les une el tema del proyecto que, ciertamente, es lo que ofrece la posibilidad de establecer colaboraciones y ver si éstas se consolidan en el tiempo. Por otro lado, una de las consecuencias que se quieren evaluar en este instrumento es la estimación hecha por los responsables de los proyectos sobre la posibilidad de aplicar los resultados generados con los proyectos, en definitiva, su mayor o menor grado de aplicabilidad.

Cuadro 12. Nº DE PROYECTOS COORDINADOS DEL PNTA

Convocatoria	Nº de proyectos coordinados	Subproyectos	
		Total de subproyectos	Con información
Año 88	10	22	19
Año 89	4	9	9
Año 90	4	8	8
Año 91	11	27	25
Año 92	5	11	10
Año 93	4	8	8
Año 94	11	26	21
Año 95	12	34	25

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los informes finales de los Proyectos de I+D.

En relación con el primero de los aspectos referidos anteriormente, del total de 407 proyectos financiados entre 1988 y 1995, 61 fueron proyectos coordinados que dieron lugar a 145 subproyectos de los que se ha recabado información de 125 de ellos que se encuentran incluidos en el total de 407 arriba indicado. Es decir, del total de proyectos analizados el 30,7% corresponde a subproyectos de 61 proyectos coordinados.

El número de proyectos coordinados muestra una cierta tendencia al crecimiento, pero básicamente sigue el esquema de solicitudes de acuerdo con la apertura de convocatorias: en el inicio se financian 10 proyectos coordinados y en las dos siguientes convocatorias desciende el número de acciones de este tipo financiadas hasta la cuarta convocatoria en que vuelve a aumentar ese número. Tan sólo parece romperse ese esquema en la convocatoria del año 95 que, de acuerdo con el esquema indicado debería haber presentado un descenso considerable y sin embargo mostró un aumento

con relación a la convocatoria precedente. No es que de ello se pueda deducir un crecimiento en el interés por llevar a cabo proyectos de I+D bajo esta modalidad cooperativa, pero ciertamente ese año supone una ruptura clara en la tendencia marcada. Por otro lado, para ver si esta modalidad, que supone una forma de colaboración aunque sea entre agentes del mismo entorno del Sistema Alimentario de Innovación, implica la generación de mayores o mejores resultados que la modalidad individual, se deben poner en relación con los resultados que se han obtenido de forma individual.

Para ello, y manteniendo los grupos de producción que se generaron sobre la base de los artículos internacionales producidos en cada proyecto (Gráfico 23), si se observa la distribución de los subproyectos coordinados en cada uno de esos grupos, es posible concluir algo al respecto del mayor o menor nivel de producción o generación de resultados científicos de los proyectos coordinados con respecto a los de la modalidad individual. La distribución resultante es muy homogénea, habiendo en cada grupo de mayor a menor producción el 19,2%, el 17,6%, el 18,4%, el 21,6% y el 23,2% por lo que no podemos inferir una mayor producción científica de esta modalidad de los Proyectos de I+D.

Cuadro 13. GRADO DE APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LOS PROYECTOS DE I+D

2ª opción	1ª opción					Total general
	Sin determinar	Teóricos	Prácticos	Teórico-Práctico	De inmediata aplicación	
Sin determinar	41	6	3	131	1	182
Prácticos	--	22	--	--	--	22
Teórico-Práctico	--	34	43	--	--	77
De inmediata aplicación	1	6	20	99	--	126
Total general	42	68	66	230	1	407

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los informes finales de los Proyectos de I+D.

Por lo que respecta al grado de aplicabilidad de los resultados de los Proyectos de I+D, con carácter general se ofrecen cuatro posibilidades de respuesta por parte de los investigadores: resultados de carácter teórico, teórico-prácticos, prácticos o de inmediata aplicación. La pregunta que aparece en el informe final, tal y como está formulada, permite la contestación de dos opciones como máximo, lo que, en cualquier análisis siempre conduce a dificultades, sobre todo cuando el carácter de la pregunta tampoco es

que conceda demasiadas opciones. De todos modos, los resultados que se recogen en los informes finales se resumen en el Cuadro 13.

El anterior cuadro recoge la percepción de los investigadores responsables de los proyectos sobre la aplicabilidad de los resultados que se han generado. En las columnas se recoge la primera opción que marcaron y en las filas la segunda. Del total de 407 proyectos se observa que en 41 ocasiones no se determinó ningún tipo de resultados. Entre los que sí se decantaron por un nivel u otro, tenemos que destacar los 6 que consideran como primera opción que los resultados son de carácter teórico y en segunda de inmediata aplicación. El carácter más abundante es teórico-práctico y de inmediata aplicación, con 99 proyectos. De todos modos estos resultados poca luz arrojan si no se ponen en relación con, por ejemplo, las patentes, como ejemplo de resultado de carácter próximo al mercado o que indica una cierta aplicabilidad en los resultados. Para ello se ha elaborado el Cuadro 14, que pone en relación el carácter previsto por los investigadores con el número de patentes que se han generado con los proyectos.

Cuadro 14. RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE APLICABILIDAD Y LAS PATENTES OBTENIDAS EN LOS PROYECTOS DE I+D

Tipo de resultados	Nº de Proyectos	De inmediata aplicación	Patente solicitada	Patente concedida
Teórico	68	6	8	--
Teórico-práctico	230	99	47	10
Práctico	66	20	9	2
De inmediata aplicación	1	--	1	1
Sin determinar	42	1	1	--
Total general	407	126	66	13

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los informes finales de los Proyectos de I+D.

Curiosamente, de los 6 proyectos cuyos resultados se consideraban teóricos y de inmediata aplicación, se han generado 8 solicitudes de patente, lo cual resulta llamativo. Por otro lado, el mayor número de patentes (tanto solicitadas como concedidas) se ha producido en proyectos cuyos resultados parece que abarcan el espectro completo asociándoseles carácter teórico-práctico y de inmediata aplicación. Por último, y para tratar de ver si existe una cierta relación entre el carácter de los resultados y la generación de patentes como demostración de un tipo concreto de esos resultados, se ha analizado la correlación entre estas variables con un resultado bastante esperable: la correlación bilateral de Pearson entre la variable "carácter de los resultados" y "patentes

registradas” es positiva y significativa al 5%, pero el valor es del 0,119 por lo que la relación entre este tipo de variables es ciertamente muy débil y no se puede concluir que las expectativas de resultados de un proyecto de I+D determinen si sus resultados serán posteriormente aplicados.

Para terminar este apartado dedicado a los principales resultados ofrecidos por los Proyectos de I+D, en el anexo VII se encuentra un resumen estadístico de las correlaciones entre las principales variables analizadas en el que se observa que coinciden con los resultados que ya se han expuesto, sin aportar mayores novedades, por lo que es preferible no recalcarlos todavía más.

Las herramientas de interrelación: Acciones PETRI y Proyectos Concertados

A partir de este punto el análisis se centra en examinar qué ha significado el recurso a las herramientas de interrelación para el PNTA en términos de financiación que han puesto en juego, resultados que han proporcionado y relaciones que han fomentado. Antes de describir estos aspectos hay que poner de manifiesto que la información que proporcionan las Acciones PETRI, en primer lugar, procede de los informes finales que deben cumplimentar, por una parte el responsable del centro de investigación que lo recibe, en segundo lugar la empresa que participa y, por último, la OTRI que ha gestionado su tramitación y que ha actuado como elemento de interrelación entre el centro de investigación y la empresa. El contenido de dicho informe es esencialmente descriptivo de la forma en que se ha llevado a cabo la relación y sobre las características de los resultados: su posibilidad de transferir los resultados a la industria, plazos en los que se prevé que se puedan transferir, modalidad de la transferencia, importe y destino. A continuación se les pide que detallen la forma en que ha transcurrido la colaboración con la empresa: si la colaboración ha resultado positiva, si se piensa mantener la colaboración posteriormente y, caso afirmativo, la forma en que prevén colaborar. El informe de la empresa consta de los mismos apartados pero más resumidos. Por último, el informe de la OTRI consiste básicamente en una descripción de la colaboración y las posibles incidencias que hubieran podido surgir durante el transcurso de la Acción.

Hecha esta descripción sobre las características del informe final de una Acción PETRI se pasa a mostrar a continuación cuál ha sido el reparto de este instrumento entre los agentes así como la financiación que han recibido para, posteriormente, indicar cuáles son las características más sobresalientes de las relaciones que se han establecido.

Como se mostró en el repaso general de los instrumentos del PNTA, las Acciones PETRI tan sólo han supuesto el 9% de los mismos para las que se ha distribuido el 4% de la financiación total del PNTA. Con estos datos ya nos podemos hacer una idea que la magnitud y el alcance de las Acciones PETRI son muy limitados. Este instrumento surge como complemento de las diferentes acciones que ya se habían iniciado en los diferentes Programas Nacionales con objeto de fomentar la articulación del Sistema de Innovación Nacional. En el caso del PNTA, una de las acciones ya declaradas en el Programa original consistía en la conformación de una red de institutos tecnológicos que dieran como resultado la configuración de un auténtico entorno tecnológico para el Sistema Alimentario de Innovación en España. Posteriormente se analizará el resultado de dicha acción. El programa PETRI, por otro lado, se constituía en un auténtico instrumento financiador de las relaciones entre agentes de entornos diferentes. El problema surge al considerar su magnitud dentro del conjunto de instrumentos del PNTA: el número de acciones financiadas, como ya se ha indicado, ha ascendido entre 1989 y 1995 a 57.

Un dato interesante que se obtiene de los informes finales de este instrumento es si la solicitud se basa en alguna investigación previa llevada a cabo por el grupo de investigación: por una parte, si el instrumento pretende fomentar la transferencia de resultados de la investigación, es lógico que dichos resultados procedan de una investigación previa, pero, por otra, se vuelve a dejar traslucir una cierta *linealización* del proceso innovador. De cualquier forma, de las 57 acciones financiadas, sólo 18 indican que la investigación previa a partir de la que se ha solicitado la Acciones PETRI consistió en un Proyecto de I+D del PNTA. El seguimiento efectuado de las relaciones establecidas a través de estos PETRI no permite hablar en ninguno de los casos de una relación estable con empresas de la IABT.

En relación con los Proyectos Concertados, como ya se indicó, su gestión queda en manos del CDTI y la posibilidad de obtener la información de los informes finales de dichos proyectos se ve imposibilitada por dicho organismo, por lo que es poco lo que se puede indicar en relación con esta herramienta. De todos modos, el breve análisis de los Proyectos Concertados tampoco permite establecer relaciones duraderas entre agentes del entorno productivo y científico. Este tipo de proyectos es solicitado por la empresa, como ya se indicó. Este hecho implica que el objetivo científico-técnico (OBCT) bajo el cual se realiza la solicitud es uno de interés para la empresa y no necesariamente para el grupo de investigación. Pues bien, el análisis de los OBCT llevado a cabo en el Cuadro 17, que se muestra con posterioridad, pone en evidencia la diferencia de intereses entre los OBCT que se solicitan en los Proyectos Concertados (es decir, el interés de la

empresa, en definitiva) y el de los solicitados en las Acciones PETRI y los Proyectos de I+D (que efectúan los grupos de investigación del entorno científico fundamentalmente).

6.1.2. Caracterización de la participación de las universidades: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV)

La Universidad Politécnica de Valencia es uno de los agentes del entorno científico del Sistema Alimentario de Innovación español que consideramos especialmente relevante como para servir de ejemplo en la caracterización de la participación de las universidades en el PNTA. Básicamente, la investigación y participación de este centro en el PNTA se ha centralizado en el departamento de Tecnología de Alimentos, constituido en 1976. En el período de estudio que se abarca, este departamento ha contado con 35 profesores y 5 becarios que se distribuyen en 10 grupos de investigación. Otros grupos pertenecientes a diferentes departamentos de la universidad han participado también en el PNTA, pero sus motivos para participar son diferentes a los de llevar a cabo una investigación mantenida y prolongada en el área de tecnología de Alimentos. Por este motivo, se ha preferido prescindir de la información sobre dicha participación y centrar el análisis de la UPV exclusivamente en el Departamento de Tecnología de Alimentos. En el Cuadro 15 se muestran los diferentes grupos de investigación que se encuentran integrados en el Departamento y la actividad que han llevado a cabo en relación con el PNTA. En primer lugar se ha colocado la participación en los tres instrumentos analizados: los Proyectos de I+D, las Acciones PETRI y los Proyectos Concertados para mostrar, a continuación la actividad contractual del grupo. Para la obtención de esta información ha sido fundamental la colaboración del CTT de la UPV, que nos la ha facilitado.

En relación con la actividad relativa al PNTA, se aprecia que ésta se circunscribe casi por completo a dos grupos de investigación que cuentan con participación en dos o en los tres tipos de instrumentos. El resto de grupos que aparecen reflejados en la tabla, o bien se asocian con los dos grupos principales (los grupos P7 y P10 se asocian respectivamente a P6 y P8 que constituyen los dos grupos principales del departamento) o bien han participado de manera individual debido a escisiones de los dos grupos principales. Además estos dos grupos principales absorben más de la mitad de los contratos que se han firmado por este departamento (16 de los 29 contratos, lo que supone más del 55%). Tan sólo el grupo P1 también ha firmado una importante porción (algo más del 17%). En definitiva, la actividad dependiente del PNTA se encuentra

polarizada en cuatro grupos que, en realidad, responden a dos líderes. Por lo que respecta a la actividad contractual del departamento con su entorno productivo, ésta también se encuentra muy desarrollada en estos dos grandes grupos con la aparición de un tercero. También se observa que la actividad dependiente del PNTA se ha ido combinando de forma muy homogénea con la firma de contratos bilaterales, lo que indicaría que ambas maneras de conseguir fondos resultan complementarias y no sustitutivas, como posteriormente se podrá ver en algunos grupos del CSIC.

En relación con la participación en las herramientas de interrelación, ésta se ha producido en un caso en proyectos concertados y en dos Acciones PETRI. Todas ellas responden a una colaboración estrecha entre los grupos de investigación con el CTT de la Universidad Politécnica de Valencia. Estas colaboraciones se analizarán posteriormente para poner de manifiesto el papel que ha desempeñado esta OTRI a la hora de iniciar la toma de contacto de los grupos de investigación con el entorno productivo.

El resto de grupos del Departamento tan sólo ha participado en el PNTA a través de Proyectos de I+D lo que deberemos analizar si se traduce directamente en la inexistencia de relaciones con empresas o, caso de existir la relación, si ésta es esporádica y puntual.

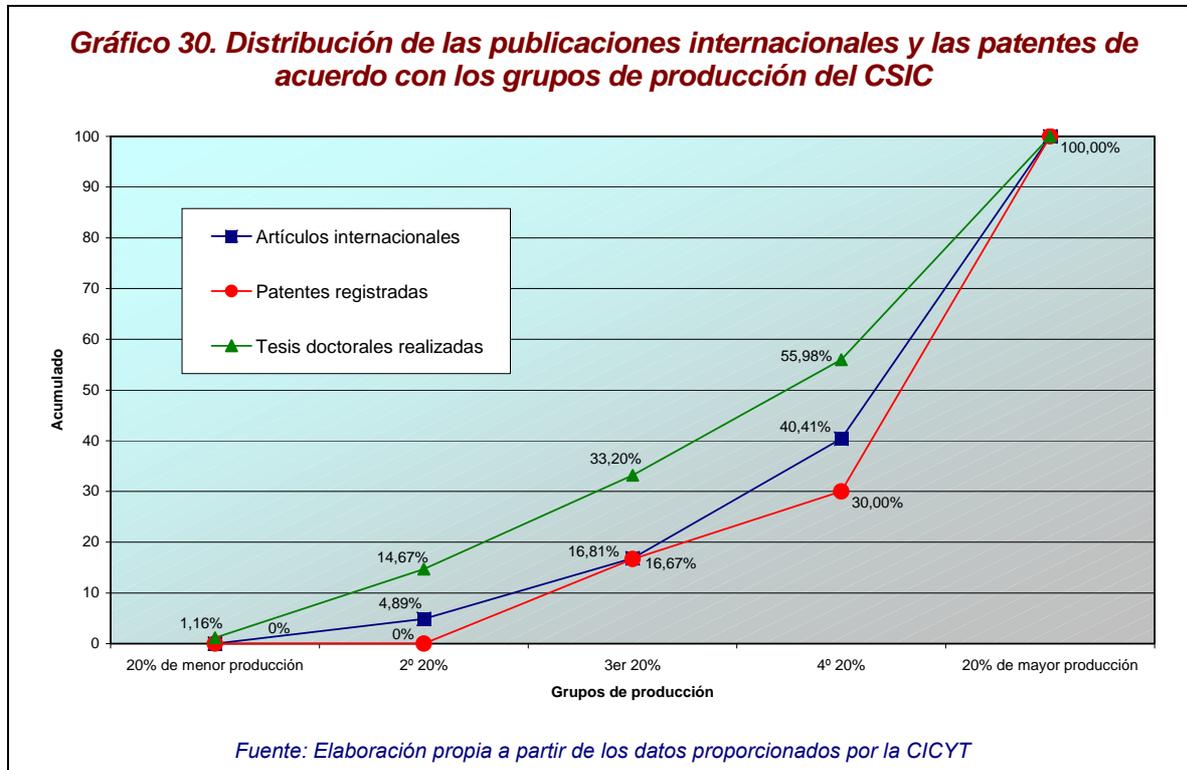
6.1.3. Caracterización de la participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

El análisis que se va a llevar a cabo sobre la participación del CSIC en el PNTA se divide en dos fases: en primer lugar, y de manera general, se muestra cuál ha sido la participación total para, posteriormente, centrar el análisis en los institutos que realmente llevan a cabo su actividad investigadora en el área de Tecnología de Alimentos, como los grupos con más probabilidades de establecer relaciones de carácter duradero con empresas y de contribuir a la articulación del Sistema Alimentario de Innovación.

El análisis sobre los resultados de los Proyectos de I+D se centra, en primer lugar, en describir cuál es la aportación de los grupos en términos de artículos internacionales, patentes registradas y tesis doctorales realizadas de acuerdo con los grupos de producción. Para ello, se ha dividido la producción en cinco estratos en función de la primera variable: artículos internacionales. Los cinco grupos generados, y que aparecen representados en el Gráfico 30, dan una idea sobre la distribución de la producción del CSIC y sobre los grupos de investigación que generan esa producción. De forma muy similar a la distribución que habíamos observado sobre el total nacional, el CSIC también parece estar claramente segmentado en grupos de investigación con una muy diferente capacidad productora en términos de estas tres variables. Hay que indicar una vez más que, aunque la búsqueda se centra en las relaciones con empresas, las variables aquí reflejadas son un indicador de actividad y aquellos grupos que son más activos parece lógico que puedan considerar entre sus actividades las de relacionarse con el entorno productivo con objeto de transferir los resultados alcanzados en los Proyectos de I+D. Por ese motivo es interesante segmentar la participación del CSIC con objeto de analizar si estos segmentos se corresponden, posteriormente, con grupos más proclives a establecer relaciones con empresas o si, por el contrario, dichas actividades no aparecen correlacionadas y las relaciones que se encuentran surgen de forma espontánea o por motivos internos al grupo de investigación. El motivo fundamental es testar la hipótesis 3 que habíamos planteado sobre las características de la gestión del PNTA realizada.

En primer lugar, el gráfico ofrece claramente la existencia de dos tipos de grupos claramente opuestos: un 20% de los grupos produce entre el 70 y el 44% de los resultados referidos a las tres variables estudiadas y el 20% opuesto de grupos no genera prácticamente ningún resultado en relación con esas variables. Con tan sólo este resultado parece evidente que se debería practicar una gestión diferente según las

características del grupo de investigación que acude al PNTA, pero sobre las características de la gestión practicada se profundizará posteriormente.

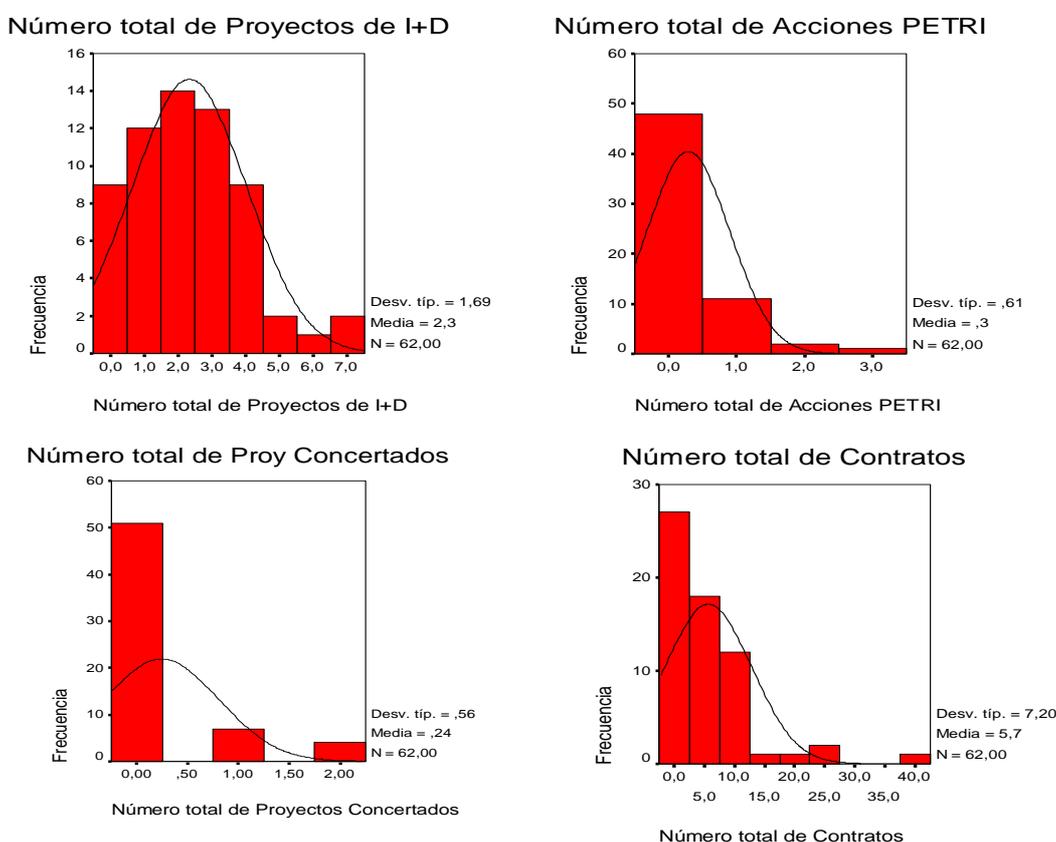


Una segunda conclusión que se puede extraer de este gráfico es la necesidad de distinguir entre los tres grupos intermedios aquellos que simplemente han acudido al PNTA por motivos de necesidad, sin que la investigación fundamental del grupo solicitante se centre en el área de tecnología de alimentos de aquellos grupos que, por su juventud básicamente, han acudido por primera vez al Programa y aún no se han consolidado entre los grandes productores. Ciertamente, estos dos tipos de grupos también precisan de una forma diferenciada de gestionar su participación.

Como se indicó previamente, la participación del CSIC en el PNTA se ha circunscrito a los principales institutos del organismo que pertenecen al área de Tecnología de Alimentos. En el Cuadro 16 se muestra un resumen de los diferentes grupos de investigación participantes y del número de acciones, tanto del PNTA como en forma de contratos bilaterales en los que dichos centros han participado. En él se observa cómo la participación mayoritaria se ha circunscrito al ámbito de cuatro de los institutos del CSIC en este área: el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-

CSIC), el Instituto del Frío (IF-CSIC), el Instituto de Fermentaciones Industriales (IFI-CSIC) y el Instituto de la Grasa (IG-CSIC). Esos cuatro centros han llevado a cabo 138 acciones de las 188 realizadas en el CSIC en el período de tiempo analizado, lo que arroja un 73,4% del total. Pero a partir de dicho cuadro se pueden establecer ciertas diferencias sobre lo planteado anteriormente. En primer lugar se observa que los grupos de investigación, en general, tienen una participación relativamente homogénea en el PNTA. Los histogramas de participación en cada una de las herramientas del PNTA lo ponen de manifiesto (Gráfico 31).

Gráfico 31. Histogramas de las herramientas del PNTA y de los contratos bilaterales firmados por grupos del CSIC



Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos del CSIC

De los grupos que han participado en los Proyectos de I+D del PNTA, la gran mayoría se encuentra con uno, dos o tres proyectos. Tan sólo dos grupos han participado en siete ocasiones y uno en seis, como los representantes más prolíficos en número de Proyectos de I+D. De aquellos grupos que han tomado parte en Acciones PETRI, la gran mayoría lo ha hecho en una ocasión y tan sólo un grupo cuenta con tres PETRI. Pero el dato que hay que destacar es que la mayoría de los grupos que han participado en los Proyectos de I+D, no lo han hecho en las acciones PETRI. Por último, la participación en Proyectos Concertados, con un nivel similar al de las Acciones PETRI, se encuentra bastante distribuido entre los grupos con uno y dos proyectos respectivamente. De modo similar al de las Acciones PETRI, la mayoría de grupos que han tomado parte en los Proyectos de I+D, no lo han hecho en Proyectos Concertados. En definitiva, los grupos del CSIC apenas si recurren a las herramientas de interrelación como forma de relacionarse con las empresas. Esta descripción inicial ya pone de manifiesto que el interés fundamental de los grupos del CSIC se circunscribe básicamente a su participación en Proyectos de I+D y, en segundo lugar y observando la tabla anterior, que los grupos con la mayor cantidad de Proyectos de I+D suelen ser los que también llevan a cabo participaciones en las herramientas de interrelación.

A continuación se puede ver qué ocurre con los contratos bilaterales. De acuerdo con el histograma correspondiente (Gráfico 31), una gran parte de los grupos de investigación que han suscrito algún contrato bilateral, lo han hecho entre 5 y 10 ocasiones, con un grupo atípico que ha suscrito 42 contratos. También se comprueba la existencia de dos grupos que cuentan con 6 y 10 contratos cada uno y, sin embargo, no han participado en el PNTA. Tras analizar los miembros que componen el grupo se ha comprobado que los contratos eran firmados de forma corporativa, sin que el grupo se dedicara a un área concreta de investigación, por lo que la representatividad de la actividad investigadora de estos dos grupos en relación con la del centro en la que se encuentran inscritos, es nula.

En resumen, se observa que coexisten los tres tipos de grupos de investigación que realizan actividades en tecnología de alimentos dentro del CSIC: por una parte un conjunto formado por unos 10 grupos de investigación cuya participación ha sido muy amplia, tanto en las herramientas del PNTA como en contratos bilaterales. Dichos grupos se encuentran, con la excepción de uno (curiosamente el que más contratos bilaterales ha firmado), dentro del 20% de grupos del CSIC con un mayor nivel de producción en artículos internacionales (y, por añadidura, de tesis doctorales, personal formado y

patentes registradas). En este conjunto se pueden reconocer a los que se habían denominado previamente *grupos consolidados* de investigación. A continuación, se establece una segunda agrupación muy amplia, y en la que se entremezclan grupos que se etiquetaron como *emergentes* con otros *fugaces*. Entre los primeros se encuentran aquellos con un promedio de edad inferior. Pero, para poder establecer conclusiones con respecto a estos dos tipos de agrupaciones habrá que esperar resultados más concluyentes a partir de los posteriores análisis que se van a realizar sobre las observaciones del CSIC. Dentro de la categoría que se ha denominado como consolidados, también aparece una gran proporción de contratos bilaterales, mientras que en las otras dos categorías, el promedio de contratos desciende con respecto a la categoría inicial. Por consiguiente, ya se pueden mostrar algunas de las características que comparten los grupos de investigación considerados como consolidados: grupos con un líder claro (investigador de prestigio entre sus pares), con una edad media muy próxima (aunque algo inferior) al promedio de edad del conjunto de grupos de investigación del CSIC (56 años de promedio en los grupos consolidados por 58 del promedio de los grupos del conjunto del CSIC) y en los que se ha tomado parte en todo tipo de actividades relacionadas con la investigación en tecnología de alimentos, tanto dentro del PNTA como a través de contratos. Si bien es cierto que la participación en las herramientas de interrelación dista mucho de acercarse a la participación a través de Proyectos de I+D. Por último, estos grupos ostentan los mayores índices de producción de artículos internacionales, tesis doctorales, personal formado y patentes registradas. Las otras dos categorías se podrán analizar en mayor profundidad posteriormente, cuando se haya realizado el análisis cluster sobre los grupos de investigación.

6.2. Análisis estructural de las relaciones

Hasta este punto se ha podido proporcionar una imagen de “quien es quien” en investigación en Tecnología de Alimentos en España por medio de su participación en el PNTA. Este instrumento del Plan Nacional de I+D tiene, entre otras funciones, la de fomentar las relaciones entre los diferentes agentes que toman parte en él con el fin último de *articular un Sistema Alimentario de Innovación* en nuestro país. Por ello resultaba preciso mostrar previamente cuáles son las características de la participación de los agentes que integran dicho sistema. Una vez que éstos han sido definidos y

caracterizados en su participación se puede proceder a *evaluar* si su participación ha contribuido y en qué medida lo ha hecho a la generación de un verdadero sistema.

Con carácter general el análisis de la articulación fomentada por el PNTA sobre el sistema de innovación alimentario se centra en un estudio de corte estadístico sobre los objetivos científico-técnicos (OBCT) en los que se han enmarcado las diferentes acciones financiadas por el PNTA. Para ello, ha sido preciso establecer, primeramente una lista homogénea de dichos objetivos a lo largo del período de estudio. Ello es preciso por la evolución que han sufrido a lo largo de las diferentes convocatorias. A continuación, es necesario establecer unos parámetros de aplicabilidad de los resultados que se pueden alcanzar bajo cada uno de los OBCT que permita determinar si una acción concreta es más o menos previsible que genere una relación en función del OBCT bajo el que se lleva a cabo. Y por último, se procederá a analizar estadísticamente los OBCT perseguidos por los diferentes agentes (CPI y empresas) que han tomado parte en las acciones.

La clasificación homogénea de los OBCT a lo largo del período comprendido entre 1988 y 1995 es la que se muestra en el Anexo VI. A continuación se muestra un análisis descriptivo de dichos objetivos de donde se deduce cuáles son los que tienen un mayor atractivo para el entorno productivo y cuáles para el entorno científico participante en el PNTA.

A primera vista se observa en el Cuadro 17 que los OBCT que tienen mayor demanda entre ambos tipos de agentes son el 1 y 3 seguidos por el 2 y 4, que presentan los porcentajes más altos en número de acciones financiadas en los tres tipos de instrumentos. Por ese camino es posible encontrar un punto de encuentro en los intereses de científicos y productores al participar en el PNTA. Por otro lado se observa que el OBCT 7, que para el entorno productivo parece que resulta de interés, no lo es tanto entre los grupos de investigación cuando éstos deciden llevar a cabo investigación de forma individual (Proyectos de I+D) y, en el extremo opuesto tenemos el OBCT 6, que sí resulta de interés para los grupos de investigación cuando realizan Proyectos de I+D pero que apenas resulta de interés para la industria de la alimentación. A continuación se procede a analizar el tipo de instituciones que han participado en Proyectos Concertados con un elevado porcentaje en el OBCT seleccionado. Así, en el caso del OBCT 3, prácticamente todos los tipos de organismos contemplados llevan a cabo el mayor número de proyectos de este tipo bajo este OBCT salvo las universidades, que han colaborado con empresas en un mayor número de Proyectos Concertados del OBCT 7.

Parece que se puede ver una cierta especialización de la colaboración entre los grupos de investigación y las empresas en función del OBCT, siendo las universidades más buscadas que el resto de tipos de centros cuando se trata del OBCT 7 que en otro tipo. Lo mismo ocurre con el OBCT 1. En cambio en el caso del 3, como se indicaba, el reparto se realiza entre los demás tipos de centros.

Cuadro 17. DISTRIBUCIÓN DE LOS OBJETIVOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS POR TIPO DE INSTRUMENTO DEL PNTA. CIFRA ABSOLUTA Y PORCENTAJE

OBCT	Proyectos de Investigación		Acciones PETRI		Proyectos Concertados	
1	99	22,4%	11	20,0%	22	20,4%
2	52	11,8%	9	16,4%	11	10,2%
3	108	24,5%	16	29,1%	32	29,6%
4	63	14,3%	7	12,7%	10	9,3%
5	21	4,8%	3	5,5%	7	6,5%
6	63	14,3%	5	9,1%	2	1,9%
7	27	6,1%	3	5,5%	23	21,3%
8	2	0,5%	0	0,0%	0	0,0%
9	0	0,0%	0	0,0%	1	0,9%
10	6	1,4%	1	1,8%	0	0,0%
Total	441	100%	55	100%	108	100%

Fuente: elaboración propia a partir de la información de la CICYT.

Pero todo este análisis sobre la aplicabilidad de los resultados en función del OBCT resulta bastante superficial, sobre todo si tenemos en cuenta la correlación existente entre la variable tipo de instrumento y el OBCT: la correlación obtenida es del 0,032 sin significatividad.

6.2.1. Análisis de las relaciones fomentadas por el PNTA entre el entorno científico nacional y el sector de la Alimentación, Bebidas y Tabaco

Se ha elaborado el análisis de las relaciones a nivel nacional a partir de la información recabada de los diferentes tipos de herramientas con que el PNTA fomenta las actividades de I+D e innovación. Tras repasar la descripción realizada anteriormente, una primera impresión que hay que reflejar es el peso específico de cada tipo de herramienta: los Proyectos de I+D, son, con creces, la herramienta a la que se recurre de forma habitual ya que representa la obtención de financiación de un grupo de investigación que suele ir acompañada de otras medidas financieras como becas para la

formación de personal o proyectos para la financiación de infraestructura. Por otro lado, este tipo de proyectos permite a los grupos de investigación desarrollar sus currícula, con los que, en definitiva, serán evaluados y les va a permitir poder seguir accediendo a financiación pública. Un segundo motivo que impulsa a solicitar mayoritariamente los Proyectos de I+D es la posibilidad que tienen los grupos de investigación de dividirse y hacer diferentes solicitudes en diferentes convocatorias, lo que ayuda a mantener un flujo de entrada de recursos constante para el conjunto del grupo de investigación. Tras mantener diferentes conversaciones con líderes de grupos de investigación, tanto de la Universidad Politécnica de Valencia como del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA) del CSIC, se ha comprobado que la financiación que reciben dichos grupos a través de los proyectos de I+D les permite realizar con comodidad su actividad, sin que sea imprescindible recurrir a otro tipo de ayudas del PNTA. El motivo es la posibilidad que tienen de combinar las ayudas otorgadas a través del PNTA y materializadas en los Proyectos de I+D con ayudas similares de programas de ayuda de carácter autonómico, con lo cual pueden compensar una eventual pérdida de recursos si sus ayudas estatales fueron rebajadas sustancialmente sobre lo solicitado.

Este estudio, desde un principio, ha tratado de huir de un planteamiento lineal del proceso de innovación, por lo que no se ha considerado un ciclo de obtención de ayudas para analizar las relaciones que pueda mantener un agente del entorno científico con el productivo. De todos modos, el diseño que se ha dado las ayudas financieras del PNTA que se analizan aquí, obliga a adoptar una cierta visión lineal si se pretende entender el por qué del peso específico de cada tipo concreto. Las Acciones PETRI, tal y como indica su nombre, tratan de estimular y fomentar la transferencia de resultados de la investigación. Este programa está especialmente diseñado para formalizar relaciones entre grupos de investigación y empresas, pero la cuantía de las ayudas financieras dista mucho de aproximarse a lo que representan los Proyectos de I+D, por lo que, si no hay unos resultados previos (probablemente obtenidos mediante un Proyecto de I+D), difícilmente se podrá obtener una Acción PETRI (de hecho, no tendría el menor sentido que se concediera ayuda financiera en esas circunstancias). Debido a este hecho, se ha de adoptar una cierta visión lineal del proceso, no tanto de innovación, sino más bien del de poner en valor los resultados de los grupos de investigación o, si se prefiere, ofrecer una “salida” al producto de estos grupos. Pero la cuantía de Acciones PETRI que han recibido financiación en relación con la concesión de Proyectos de I+D es minúscula, sobre todo, si se tiene presente que la complejidad burocrática de una solicitud al Programa PETRI es infinitamente inferior que la que representan los Proyectos de I+D y

que, en promedio, la financiación que se concede en las Acciones PETRI es ligeramente superior a la que se obtiene por medio de los Proyectos de I+D (alrededor de 62.000€ en el primer caso y unos 57.000€ en el segundo). Por lo que hay que pensar que, tal y como están diseñados estos dos tipos de ayuda, no convence a los grupos de investigación a su empleo simultáneo ni sucesivo (si adoptáramos un planteamiento lineal). Por último, hay que recordar que las solicitudes, tanto de Proyectos de I+D como de Acciones PETRI, corre a cargo de los grupos de investigación. Esto tiene un claro reflejo en los objetivos científico-técnicos (OBCT) que se han cubierto con uno y otro tipo de herramientas: los porcentajes de solicitud a cada OBCT prácticamente coinciden para los dos tipos y éstos son algo diferentes que los que se solicitan en los Proyectos Concertados (solicitados por las empresas). En resumen, el diseño de esta herramienta, en combinación con la dotación de fondos que proporciona y el motivo real que debe impulsar a su solicitud no es un aliciente suficiente para los grupos de investigación para que accedan a ella y, en consecuencia y tal y como ha sido diseñado el conjunto de ayudas del PNTA, el proceso de transferencia y la posibilidad de relación del entorno científico con el productivo, queda seriamente coartado desde el lado del entorno científico.

Pero, ¿qué se puede decir en relación con el entorno productivo? En primer lugar, su posibilidad de acceso al PNTA queda circunscrito a los Proyectos Concertados y, como una segunda opción, a las Acciones PETRI. Este conjunto de herramientas es lo que aquí se ha denominado *herramientas de interrelación*, cuya utilidad se pone de manifiesto en combinación con el papel desempeñado por las estructuras de interrelación, que se analizan posteriormente. De manera aislada, la importancia que tiene este tipo de ayudas financieras para las empresas se pone de manifiesto en el montante que, en promedio, se concede en cada propuesta: rondando los 420.000€. Estas ayudas aunque, suponen un crédito reembolsable, cuentan con una aceptación reconocida entre las empresas que acuden al CDTI a obtener financiación pública. Ésta es una de las características más destacadas de la participación del entorno productivo en el PNTA a través de los Proyectos Concertados: las empresas que participan, son generalmente buenas conocedoras del CDTI y acuden con una cierta asiduidad a solicitar financiación, pero entre los proyectos financiados es difícil encontrar pequeñas empresas, de las que abundan en el sector de la alimentación en España.

Por lo que respecta a su participación en Acciones PETRI, el porcentaje de empresas que han solicitado este tipo de ayuda financiera y también han participado en Acciones PETRI es suficientemente amplio (el 46%) como para pensar que el

conocimiento que tienen las empresas, tanto del PNTA, como de las ayudas a las que pueden acceder, está muy circunscrito a un escaso número de empresas. Es decir, existe un pequeño grupo de empresas que son buenas conocedoras del PNTA y de los herramientas con que cuenta, pero el número de éstas en relación con el total de empresas del sector, es muy reducido.

En consecuencia, no se aprecia un verdadero proceso de articulación promovido por la existencia del PNTA ni de ayudas financieras a la realización de proyectos. En tales circunstancias, la pregunta que, consecuentemente, uno se plantea es: ¿para qué ha servido entonces el PNTA? Para poder responder hay acudir, primeramente al proceso de diseño de la política, del PNTA. El grupo de trabajo y comité de expertos consultados encargados de la redacción estaba integrado por 16 personas de las cuales tan sólo había un representante de una empresa y uno de una federación de empresarios. El resto eran representantes de la administración y del entorno científico. En definitiva, es un programa hecho por científicos con una vocación claramente de servicio a la ciencia. Pero no es lícito culpar a los diseñadores del programa del enfoque final, que sí muestra una clara puesta al servicio de la sociedad, sino al conjunto de políticas que integran el Plan Nacional que, al igual que ocurre con el PNTA, su diseño corrió a cargo de forma mayoritaria por ilustres investigadores de las diferentes áreas científicas con que se ha ido elaborando el Plan Nacional de I+D. Ese defecto de forma, en el diseño, sí se puede considerar como una carencia que luego se dejará sentir en las políticas que se lleven a cabo. El interés que puede mostrar la industria de la alimentación española por el PNTA dista mucho de ser el más apropiado si se pretende fomentar un sistema de innovación articulado.

Por lo tanto, el PNTA fundamentalmente a servido para la generación de una comunidad científica más próxima a la de otros países del entorno español, gracias a las facilidades que han obtenido para poder publicar y difundir sus investigaciones fuera de España, lo que hasta la implantación del Plan Nacional de I+D estaba exclusivamente al alcance de unos cuantos investigadores del CSIC. El problema de esta comunidad floreciente es la dificultad actual en poder discriminar claramente entre sus miembros con objeto de ofrecer a cada uno el tipo de ayuda que más les conviene en función de su potencial, del área científica concreta en que trabajan y de sus necesidades.

6.2.2. La articulación fomentada entre los elementos del entorno científico y sus respectivos entornos productivos: los casos de la UPV y el CSIC

El análisis de la articulación fomentada entre la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y el entorno productivo se fundamentan en las entrevistas mantenidas con los líderes de los dos principales grupos de investigación del área que posee dicho centro. Como consecuencia del reducido número de observaciones (en total se han identificado 10 grupos de investigación como se indica en el Cuadro 15) no es posible realizar un análisis de tipo econométrico pues se caería fácilmente en el problema de muestras pequeñas (con un número de observaciones inferior al de variables usadas).

Los motivos que han conducido a considerar el análisis de articulación de la UPV como representativo y ejemplificador se debe primeramente, y como ya se puso de manifiesto, al nivel de participación que esta universidad ha tenido en el PNTA durante el período estudiado (el 6% del total de organismos). En segundo lugar, este centro combina grupos de investigación en el área de tecnología de alimentos que presentan una larga tradición investigadora junto con otros jóvenes que tratan de abrirse paso y hacerse hueco en el área desde que se implantó el PNTA. Además, se ha tenido acceso a la información referente a los contratos bilaterales que los grupos han firmado con las empresas del entorno productivo. Dicha información ha sido facilitada por la estructura de interfaz existente en la universidad: el Centro de Transferencia de Tecnología (CTT), creado en 1989 con el objeto de ayudar a los investigadores, entre otras cuestiones, a formalizar sus acuerdos de colaboración con las empresas, así como para dinamizar la comunidad universitaria y hacerle más próximo el Plan Nacional de I+D y el papel que los grupos de investigación de la universidad desempeñan en los procesos de innovación en el conjunto de la economía regional y nacional.

El conjunto de la actividad, tanto en relación con el PNTA como a través de contratos bilaterales, aparece detallada en el Cuadro 15, que ya se comentó brevemente con anterioridad. En dicho cuadro se observa que el total de actividad del departamento ha sido la realización de 21 acciones del Programa, incluyendo 15 Proyectos de I+D, 4 Acciones PETRI y 2 Proyectos Concertados. Además, la universidad ha firmado 29 contratos bilaterales, financiados en su totalidad por las empresas contratantes. Una primera idea que se extrae de las entrevistas mantenidas con los líderes de los grupos de investigación del departamento es la escasa interacción profesional que existen entre ellos. Básicamente el departamento se constituye entorno a estos dos líderes que conforman sus propios grupos de investigación. Alrededor de estos dos grupos se

asocian otros dos. En relación con la articulación con el entorno productivo se constata que aquellos investigadores que no se relacionan con los dos grupos más importantes o con otros del departamento, apenas si generan relaciones con empresas y si aparece alguna, éstas son esporádicas y poco significativas en términos económicos.

El análisis referido a los dos grupos consolidados (identificados en el citado cuadro como P6 y P8) revela, primeramente que dichos grupos absorben el 90% de la actividad dentro del PNTA y el 75% de los contratos en tecnología de alimentos del departamento. En uno de los dos grupos se puede observar una fuerte relación con la Asociación de Investigación de la Industria Agroalimentaria (AINIA), que es una asociación privada de ámbito nacional formada en 1987 por iniciativa de empresarios del sector de la alimentación y del Instituto de la Pequeña y Mediana Empresa Valenciana (IMPIVA). En definitiva, es un organismo que aparece catalogado como Centro de Innovación y Tecnología (CIT) en nuestro análisis. El otro grupo muestra una relación bastante estrecha con un entorno socioeconómico disperso durante los primeros años del análisis. Pero esta situación cambia radicalmente desde 1995 cuando el CTT de la UPV establece una línea de apoyo específica para ayudar a los investigadores en sus relaciones con las empresas. Esta forma de apoyo ha supuesto, en el caso del grupo que nos ocupa, el desarrollo de dos Acciones PETRI y un Proyecto Concertado, todos ellos referidos a un tema muy concreto que ha permitido una relación del grupo de investigación con una empresa concreta desde 1996. Por otro lado, se ha indicado que alrededor de estos dos grupos se asocian otros dos, constituidos fundamentalmente por gente más joven y que se está iniciando como grupos de investigación. Estos grupos pueden ser catalogados de incipientes y precisarán, igualmente, del apoyo del CTT para conseguir consolidarse con el tiempo.

Estos resultados reflejan, por una parte, que es preciso obtener información sobre los contratos bilaterales además de la que procede del PNTA con objeto de trazar la actividad de los grupos de investigación en el área. La actividad que desarrollan en el PNTA por sí sola resulta insuficiente para poder determinar lo articulado que se encuentra un grupo de investigación con el entorno productivo. Por otra, los análisis se deben centrar en grupos de investigación con una extensa actividad de I+D (recordemos que los grupos de investigación generan conocimiento, no tecnologías). Además, hay que tener en cuenta que los grupos de investigación que radican en universidades, tienen la tendencia inherente a establecer relaciones con el entorno socioeconómico pero tienden a reaccionar de forma esporádica a las llamadas de las empresas. Sólo cuando reciben un apoyo especial por parte de algún órgano gestor (del tipo recibido a través del CTT)

transformarán esa relación esporádica y puntual en algo sistemático, de forma que toda su actividad investigadora se ve revalorizada. El motivo se debe a que los profesores-investigadores universitarios tienen, precisamente, esa doble vertiente de profesor e investigador, actividades ambas que deben competir por un tiempo limitado y, sobre todo, son dos actividades a través de las cuales los profesores se ven evaluados de forma muy diferente.

Para analizar la articulación que se ha fomentado con la participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el PNTA se ha recurrido, en primer lugar, a un análisis econométrico de las principales variables. A continuación, se ha completado dicho análisis con el estudio de casos concretos de varios de los grupos de investigación del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA). Por ello, una de las primeras acciones que se ha realizado ha consistido en la delimitación de los grupos de investigación con que cuenta cada uno de los centros e institutos del CSIC que han participado en el PNTA. Dicha delimitación se ha efectuado con base en la información facilitada por dichos centros en sus memorias, por lo que los grupos de investigación simplemente reflejan la unión de científicos de acuerdo con las líneas de investigación que cubren, sin que ello implique que circunstancialmente, miembros de diferentes grupos hayan podido participar conjuntamente en acciones, tanto del PNTA como en contratos bilaterales. El resultado final de este trabajo previo ha arrojado un total de 62 grupos de investigación distribuidos entre los 11 centros e Institutos del CSIC participantes en el PNTA. En cualquier caso y, atendiendo a la necesidad de salvaguardar la intimidad de las personas que componen dichos grupos, se ha omitido la información relativa al nombre de las personas que componen cada uno de los grupos de investigación que se han empleado como observaciones en los análisis que a continuación se muestran. En relación con las variables utilizadas en el análisis econométrico, éstas son representativas de:

- las características de los grupos de investigación tales como tamaño medio del grupo de investigación y edad media de sus miembros del grupo;
- las características de la producción generada con su participación en los Proyectos de I+D: producción en términos de artículos internacionales, tesis doctorales, personal formado y patentes registradas y en explotación;

- las características de su participación en herramientas de interrelación: número y presupuesto involucrado en las Acciones PETRI y los Proyectos Concertados y, por último,
- las características de la actividad contratada llevada a cabo por los grupos de investigación en función del número, tipo y cuantía de los contratos.

A partir de estas variables se ha procedido a realizar un análisis factorial de correspondencias sobre dichas variables para elaborar unos factores con la esperanza de que sean explicativos de las relaciones que han mantenido los grupos de investigación con el entorno productivo. Se ha podido llevar a cabo dicho análisis econométrico ya que se dispone de un número de observaciones (66 correspondientes a los grupos de investigación del CSIC) que evitaría problemas de muestras pequeñas, como ocurre con la muestra representativa de la UPV, ya que estamos trabajando con un número de variables que está entre las 15 y 25. En relación con las variables representativas de la actividad contratada se ha diferenciado dicha actividad en función del tipo de contrato que se establece. De esta manera se distinguen cuatro modalidades de contratos: apoyo tecnológico, contratos de I+D, licencias de patentes y otros. De estas cuatro modalidades las principales son las dos primeras, que representan alrededor del 90% del total de contratos firmados entre los grupos del CSIC y las empresas.

Del primero de los análisis que se han efectuado vamos a reproducir tan sólo la matriz de componentes rotados (Cuadro 18) para elaborar la interpretación de los 6 factores que se han extraído. El resto de los análisis se puede repasar en extenso en el Anexo VIII.

Cuadro 18. MATRIZ DE COEFICIENTES DE LAS COMPONENTES ROTADAS. ANÁLISIS 1

	Componente*					
	1	2	3	4	5	6
Artículos Internacionales	.856	.170	.308			.102
Subvención total Proyectos I+D	.852	.201	.223		.142	.199
Número total de Proyectos de I+D	.834	.311		-.175		.145
Tesis doctorales	.833		.117			.330
Personal formado	.755	.121			.263	.161
Patentes Registradas	.729	.114		.144	-.177	-.152
Número total de Contratos	.195	.938	.147	.100		
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.132	.913				.158
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.158	.857	.315			
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.152	.804	.394			-.209
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.272	.695				.432
Promedio EJC Acciones PETRI			.853			
Inversión total Acciones PETRI	.326	.354	.798	.149		.116
Número total de Acciones PETRI	.362	.348	.663	.120	-.105	
Promedio EJC Proyectos Concertados	-.182	-.124		.854		
Inversión total Proyectos Concertados	.161	.166	.139	.831	.268	.206
Número total de Proyectos Concertados	.115	.353	.133	.750	.127	.372
Promedio EJC Proyectos de I+D	.341	-.444	.289	-.469		
Inversión total Contratos Mod. 4 (Otros)				.127	.965	
Número total Contratos Mod. 4 (Otros)				.127	.965	
Inversión total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.169		.115	.169		.764
Número total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.276	.112		.105	-.106	.751
Promedio de Edad	-.378		.245	-.189	.242	.399

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

La rotación ha convergido en 8 iteraciones.

* Se han suprimido los coeficientes de los factores que presentan un valor absoluto inferior a 0,1.

En primer lugar, SPSS ha extraído 6 factores con un autovalor mayor a 1 (límite impuesto para lograr un cierto nivel de explicación de la varianza). Conjuntamente y, como se puede comprobar en el Anexo VIII, consiguen explicar el 79,6% de la varianza. Pero de estos 6 factores con los 3 primeros se lograría explicar el 58%, representando el primero el 32,7%. De ello se deduce un alto poder de explicación en el primero de los factores que decae drásticamente para los sucesivos y, además, que los tres últimos aportan un escaso 20% de la explicación de la varianza, por lo que, de entrada, se puede entrever una difícil relación entre las variables. De cada uno de los factores se han resaltado aquellos coeficientes que, en valor absoluto, son los más altos. En el primer factor se reúnen variables con coeficientes altos y que son representativas de variables relacionadas con la realización de Proyectos de I+D. En el segundo se reúnen variables

con un coeficiente alto en aquellas representativas de la actividad contractual más importante, que son los contratos modalidad 1 y 2, lógicamente estrechamente correlacionada con la actividad contractual total ya que, prácticamente, coinciden. En el tercer factor encontramos coeficientes elevados en variables representativas de la actividad por medio de Acciones PETRI. El factor 4 agrupa variables representativas de la actividad en Proyectos Concertados. Por último, los factores 5 y 6 recogen información marginal relativa a las modalidades de contratos 3 y 4 que apenas si representan un 10% de la actividad contractual.

En definitiva, tras este primer análisis se extrae una conclusión bastante clara: no existe prácticamente relación alguna entre las diferentes formas de llevar a cabo actividades de investigación en tecnología de alimentos. Cada uno de los factores representa un tipo de actividad y no se mezclan entre sí dichas actividades, lo que lleva a pensar que el poder de fomento de relaciones entre el entorno científico y el productivo para los grupos de investigación del CSIC no descansa precisamente en el PNTA.

Por otro lado, también se puede extraer una conclusión interesante como resultado de la aportación de las variables representativas de las características de los grupos de investigación: tamaño y edad promedio. En relación con la primera de ellas, representada a través de los EJC promedio participantes en cada uno de los tipos de instrumentos del PNTA, tan sólo en el caso de las Acciones PETRI y los Proyectos Concertados parece que se correlaciona¹²³ con otras dos variables representativas de estas actividades: inversión y número. Pero en el caso de los Proyectos de I+D no resulta correlacionada con ninguna otra variable representativa de esta actividad. Por otro lado, la variable edad media del grupo de investigación no se correlaciona con ninguna variable y, por lo tanto, no está presente como variable explicativa en ninguno de los factores extraídos. Esto resulta significativo, ya que, de las entrevistas realizadas con los investigadores que han participado en el PNTA, se extrae la idea de que aquellos con más edad, han llevado a cabo el grueso de su actividad investigadora durante una época en la que la forma de evaluar dicha actividad difiere, en gran medida, a como están acostumbrados los más jóvenes a ser evaluados: en función de las publicaciones y otros tipos de resultados de carácter puramente científico. En consecuencia, esta apreciación se podría interpretar como que los grupos de investigación de mayor edad podrían ser más propensos a establecer relaciones con el entorno productivo que los grupos de edad

¹²³ Ver matriz de correlaciones del análisis 1 en el Anexo VII.

media menor. El motivo, como se ha apuntado, es que los grupos de mayor edad no tienen una cultura de la necesidad de publicar como objetivo fundamental de su actividad tan asumida como los investigadores más jóvenes. Por lo tanto, el resultado mostrado en este análisis en relación con la variable edad media del grupo de investigación iría en contra de esta creencia manifestada por los investigadores.

Para tratar de evitar las redundancias que se reflejan en el primero de los análisis factoriales presentado y que muestra la correlación entre dos variables que representan lo mismo (número de cada una de las actividades y financiación que ha recibido), a continuación se ha procedido a mantener la representativa de la financiación recibida y a suprimir la actividad contractual en las modalidades 3 y 4 a fin de tratar de encontrar alguna modificación en el análisis que aporte algo de luz sobre las relaciones. Éste será el análisis 2 que aparece detallado nuevamente en el Anexo VIII.

Al igual que en el análisis anterior, aquí tan sólo se ha reproducido la matriz de coeficientes de los factores extraídos, pudiéndose observar el conjunto de resultados en el análisis 2 del Anexo VIII. Del conjunto de 16 variables empleadas en este segundo análisis, SPSS extrae 5 factores cuyo autovalor es superior a 1. Estos 5 factores consiguen explicar el 81,5% de la varianza. Ahora bien, a diferencia del análisis anterior, los dos primeros factores contribuyen a la explicación general (aportando cada uno de ellos el 37 y 17,7% respectivamente de la explicación de la varianza), elevando ésta al 54,8% del total. Primeramente, parece lógico que reduciendo el número de variables se consiga ofrecer una mayor proporción de la varianza, pero ésta se logra con un menor número de factores. En segundo lugar y, tras haber eliminado variables que resultaban redundantes y otras innecesarias, ha aparecido un resultado sumamente interesante que a continuación se detalla.

Cuadro 19. MATRIZ DE COEFICIENTES DE LAS COMPONENTES ROTADAS. ANÁLISIS 2

	Componente*				
	1	2	3	4	5
Número total de Contratos	.947	.182	.128		
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.924	.149			
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.864	.119	.342		
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.795		.439		-.175
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.724	.373	-.118		.229
Tesis doctorales		.898			
Subvención total Proyectos I+D	.223	.887	.189		
Artículos Internacionales	.204	.843	.277		-.208
Personal formado	.141	.835			
Patentes Registradas	.131	.643			-.344
Promedio EJC Acciones PETRI			.867		.147
Inversión total Acciones PETRI	.390	.340	.770	.111	
Promedio EJC Proyectos Concertados	-.115	-.172		.894	
Inversión total Proyectos Concertados	.200	.253	.103	.849	
Promedio EJC Proyectos de I+D	-.449	.397	.293	-.468	.136
Promedio de Edad		-.103			.910

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

* Se han suprimido los coeficientes de los factores que presentan un valor absoluto inferior a 0,1.

En el primer factor (que, recordemos, nos sirve para explicar el 37% de la varianza) resultan altamente significativos y positivos los coeficientes referidos a variables relacionadas con la actividad contractual. Este hecho, por sí sólo, ya nos debe poner en alerta sobre la importancia que, para el CSIC, tiene la contratación con empresas. Además, los tipos de contratos que parecen resultar más significativos son los de la modalidad 2 (contratos de I+D). Es decir, la modalidad que *efectivamente* supone una actividad científica por parte del grupo de investigación. Pero lo que hace especialmente atractivo a este factor es el valor del coeficiente referido a la variable representativa del tamaño del grupo de investigación en Proyectos de I+D, que ronda el 0,5 pero con signo negativo. Es decir, de alguna manera este factor se interpreta como un cierto efecto de sustitución entre la actividad contratada y la realización de Proyectos de I+D: una mayor participación en contratos parece repercutir negativamente sobre el tamaño del grupo cuando realiza Proyectos de I+D e, indirectamente, sobre la realización de dicha actividad. En definitiva, parece que los grupos que llevan a cabo actividad contractual, no suelen realizar paralelamente Proyectos de I+D del PNTA. Lo que puede llamar más la atención es precisamente la lectura opuesta, que se relacionaría con la interpretación del segundo factor, mostrado a continuación.

Con el segundo factor alcanzamos un 17% de explicación de la varianza y, conjuntamente con el primero, el 54,8%. La explicación de este segundo factor está en la línea de las que se obtuvo en el primer análisis, ya que representa la actividad ligada a los Proyectos de I+D: inputs recibidos en forma de financiación y resultados obtenidos, por lo que este factor no aporta nada nuevo con respecto al anterior análisis. Siguiendo con la interpretación mostrada en el factor 1, este segundo se podría pensar que representa la situación opuesta, pero no es así: en este factor, el hecho de que se lleve a cabo actividad en Proyectos de I+D no repercute sobre la actividad contractual. Sí es posible que, analizando ambos factores conjuntamente, se pueda alcanzar la idea de que la realización de Proyectos de I+D y de contratos bilaterales constituyen dos actividades sustitutivas y que, aquellos grupos que obtienen financiación por el PNTA a través de los Proyectos de I+D no necesitan recurrir a la búsqueda de contratos para complementar la financiación del grupo de investigación, interpretación ésta que sí se extrae de las entrevistas con los grupos de investigación, especialmente de aquellos con una edad media menor.

A continuación, los factores 3 y 4, aunque su poder de explicación de la varianza ya ha descendido notablemente, aportan una nueva idea que resulta interesante resaltar. El factor 3 relaciona la actividad en Acciones PETRI junto con los contratos modalidad 1 de apoyo tecnológico (si bien es cierto que en menor medida). Es decir, parece que este tipo de actividades, de alguna manera, se encuentran ligadas. El factor 4 vuelve a relacionar negativamente la actividad referida a los Proyectos Concertados con el tamaño medio del grupo de investigación en los Proyectos de I+D. Pero lo que resulta más interesante es que prácticamente ninguna otra variable parece tener un coeficiente del factor significativo. Nuevamente, parece que los grupos que llevan a cabo Proyectos de I+D no suelen coincidir con los que participan en Proyectos Concertados. Por último, el factor 5 tan sólo resalta la edad media de los grupos de investigación sin relacionarla con ninguna otra variable, por lo que carece de sentido para los fines de este estudio.

Un siguiente paso en el análisis consiste en eliminar las variables duplicadas referidas a los contratos bilaterales, dejando exclusivamente las referentes a los montantes financieros de las dos primeras modalidades de contratos. El resto de variables permanece igual, para un total de trece. Como resultado de este tercer análisis se obtiene el Cuadro 20 con los correspondiente coeficientes rotados de las variables.

Cuadro 20. MATRIZ DE COEFICIENTES DE LAS COMPONENTES ROTADAS. ANÁLISIS 3

	Componente*				
	1	2	3	4	5
Subvención total Proyectos I+D	,904	,197	,147		
Tesis doctorales	,898				
Artículos Internacionales	,849	,284	,160		-,203
Personal formado	,841		,143		
Patentes Registradas	,635		,118		-,375
Promedio EJC Acciones PETRI		,904			,120
Inversión total Acciones PETRI	,346	,816	,322		
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,385		,775		,174
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,177	,405	,770		
Promedio EJC Proyectos de I+D	,403	,225	-,598	-,401	,172
Promedio EJC Proyectos Concertados	-,181			,904	
Inversión total Proyectos Concertados	,253	,122	,192	,852	
Promedio de Edad					,926

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

* Se han suprimido los coeficientes de los factores que presentan un valor absoluto inferior a 0,1.

Los resultados que arroja este tercer análisis¹²⁴ parece que difieren en poco con los del anterior, en términos de factores extraídos con autovalor mayor que 1. Estos 5 factores, en cambio, consiguen explicar el 81% de la varianza, con lo que se ha reducido el poder explicativo de los mismos, entre otros motivos, por la reducción en el número de variables. En consecuencia, no parece demasiado prometedor el resultado y tan sólo se indica que la explicación de los factores ahora extraídos, se mantiene con relación al anterior análisis, con la diferencia de que ahora el factor 1 se relacionaría con la importancia de los Proyectos de I+D mientras que el 2 lo haría con las Acciones PETRI y no es hasta el factor 3 en que se muestra la explicación dependiente de la contratación bilateral. En cualquier caso, sí que se mantiene una relación negativa entre la contratación y el tamaño medio de los grupos de investigación de los Proyectos de I+D.

La modificación introducida en el siguiente análisis ha consistido en sustituir las variables representativas de las cantidades económicas puestas en juego en cada tipo de actividad por el número de las mismas, para constatar que la interpretación de los factores extraídos continúa invariable. El resultado mostrado así parece confirmarlo, con ligeras modificaciones que se muestran tras el Cuadro 21. Primeramente, se observa una reducción en el número de factores con autovalor mayor que 1, con lo que la varianza

¹²⁴ El conjunto de resultados de este análisis 3 se encuentra recogido en el Anexo VIII.

explicada desciende hasta el 72%. Ello se debe, como se observó en el análisis 1, a que las variables referentes al número de las actividades desarrolladas tienen menores correlaciones con el resto de variables que las representativas del importe económico que representan esas actividades.

En relación con la interpretación propiamente dicha de los 4 factores extraídos, se pueden encontrar pequeñas diferencias con los anteriores análisis. El primer factor nuevamente relaciona variables que tienen que ver con el número de Proyectos de I+D realizados y con los resultados que han generado. El segundo muestra nuevamente una relación negativa entre el número de contratos de las modalidades 1 y 2 con el tamaño del grupo de investigación en los Proyectos de I+D. El tercero habla de la actividad en Proyectos Concertados y, por último, el 4 sí parece ofrecer un resultado novedoso: la relación entre el tamaño del grupo de investigación en Acciones PETRI con el promedio de edad del los grupos de investigación.

Cuadro 21. MATRIZ DE COEFICIENTES DE LAS COMPONENTES ROTADAS. ANÁLISIS 4

	Componente*			
	1	2	3	4
Tesis doctorales	,897			
Artículos Internacionales	,879	,208		
Número total de Proyectos de I+D	,838	,260	-,174	-,100
Personal formado	,811			
Patentes Registradas	,698	,135		-,233
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,190	,861		
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,175	,828		,196
Promedio EJC Proyectos de I+D	,380	-,514	-,451	,332
Promedio EJC Proyectos Concertados	-,160	-,130	,897	
Número total de Proyectos Concertados	,242	,335	,792	,134
Promedio EJC Acciones PETRI		,155		,808
Promedio de Edad	-,206			,568
Número total de Acciones PETRI	,451	,488		,494

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

* Se han suprimido los coeficientes de los factores que presentan un valor absoluto inferior a 0,1.

Recopilando, el análisis factorial que se ha efectuado sobre las variables ha proporcionado una leve relación entre la actividad contractual de los grupos de investigación y su tamaño medio cuando llevan a cabo Proyectos de I+D, relacionando estas variables negativamente. Es decir, un mayor nivel de contratación en las dos principales modalidades parece que repercute negativamente sobre el tamaño medio del

grupo de investigación cuando éste desarrolla Proyectos de I+D. En definitiva, lo que parece indicar esta relación es que los contratos se realizan a título individual sin que los grupos de investigación que se conforman para llevar a cabo Proyectos de I+D se mantengan a la hora de participar sus miembros en contratos bilaterales. Pero el resultado más relevante, ciertamente es la ausencia de relaciones entre los diferentes tipos de actividades. No sólo resalta el hecho de que no se aprecia relación alguna entre las tres herramientas del PNTA entre sí, sino que tampoco se aprecia entre alguno de esos tipos con los contratos bilaterales. En consecuencia, la principal conclusión que hay que extraer de este análisis es la inexistencia de relaciones entre actividades y, por ende, de los grupos de investigación con las empresas.

Para completar el análisis econométrico que se ha planteado sobre los grupos de investigación del CSIC en busca de trazas de relaciones de estos grupos con las empresas del sector de la Alimentación, se ha llevado a cabo un análisis de conglomerados jerárquicos¹²⁵ con el fin de obtener agrupaciones, más o menos homogéneas, de los grupos que han participado en el PNTA. Por ello, se observará posteriormente en el Cuadro 22 que las observaciones (grupos de investigación del CSIC) aparecen codificadas en función de las siglas del centro y del número de grupo de investigación de ese centro. Dicha división se ha efectuado de acuerdo con la información de los grupos de investigación existente en los diferentes centros. De esas agrupaciones se espera obtener algún patrón o característica del grupo de investigación que lo lleve a establecer relaciones con el entorno productivo, pero en ningún caso pretende representar una gradación sobre la “calidad” de los grupos de investigación ya que, el empleo de variables que reflejan los resultados obtenidos por dichos grupos, podría inducir a pensar que el resultado final es precisamente una escala de calidad de los grupos. Las variables empleadas son las mismas que las que se han utilizado previamente para llevar a cabo el análisis factorial, por lo que los resultados, a pesar de una posible falta de robustez que se comprobará, sí que resultan homogéneos y comparables con los de la técnica empleada anteriormente.

¹²⁵ Existen diferentes métodos de aplicar dicha técnica. La que hemos empleado en este caso consiste en generar los conglomerados mediante la vinculación intergrupos empleando como medida las distancias euclídeas al cuadrado entre observaciones.

Cuadro 22. AGRUPACIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN CINCO CONGLOMERADOS. ANÁLISIS 1

Caso	Conglomerado de asignación	Caso	Conglomerado de asignación	Caso	Conglomerado de asignación
1:CEBAS-01	1	22:IATA-12	1	43:IFI-09	1
2:CEBAS-02	1	23:IATA-13	1	44:IFI-10	1
3:CEBAS-03	1	24:IATA-14	1	45:IG-01	1
4:CEBAS-04	1	25:IF-01	1	46:IG-02	3
5:CEBAS-05	1	26:IF-02	1	47:IG-03	1
6:CEBAS-06	1	27:IF-03	4	48:IG-04	1
7:CID-01	1	28:IF-04	1	49:IG-05	2
8:EEZ-01	2	29:IF-05	1	50:IG-06	1
9:EEZ-02	1	30:IF-06	1	51:IG-07	1
10:EEZ-03	2	31:IF-07	1	52:IG-08	1
11:IATA-01	3	32:IF-08	3	53:IG-09	1
12:IATA-02	3	33:IF-09	1	54:IG-10	1
13:IATA-03	3	34:IF-10	2	55:IIM-01	1
14:IATA-04	1	35:IFI-01	1	56:IIM-02	1
15:IATA-05	1	36:IFI-02	5	57:IMEDEA-01	1
16:IATA-06	1	37:IFI-03	1	58:INB-01	1
17:IATA-07	1	38:IFI-04	2	59:INB-02	1
18:IATA-08	1	39:IFI-05	1	60:INB-04	1
19:IATA-09	1	40:IFI-06	2	61:INB-05	1
20:IATA-10	1	41:IFI-07	1	62:IPLA-01	1
21:IATA-11	1	42:IFI-08	1		

Método de conglomeración: vinculación intergrupos. Medida: distancia euclídea al cuadrado.

En el primer análisis de conglomerados jerárquicos llevado a cabo se han empleado las mismas variables que las empleadas en el primer análisis factorial, con la única restricción impuesta de generar unas agrupaciones de las observaciones distribuidas en cinco conglomerados¹²⁶ con objeto de no atomizar en exceso los grupos y de, por otro lado, buscar ciertas diferencias de comportamiento o características propias de los grupos de investigación unidos en cada conglomerado.

A continuación, se han llevado a cabo los análisis 2 y 3 en los que se emplean las mismas variables que en los casos de sus correspondientes factoriales, alcanzándose los mismos resultados que el mostrado anteriormente, por lo que aquí no aparecen reproducidos, pero dichos resultados sí se pueden revisar en el anexo correspondiente.

Por último, el análisis de conglomerados que se ha llevado a cabo con las mismas variables que las empleadas en el factorial correspondiente al análisis 4, arroja unas

¹²⁶ Los resultados completos de las agrupaciones y distancia a la que se generan dichas agrupaciones se puede revisar en el Anexo IX. En el dendrograma se han coloreado las observaciones en función del conglomerado al que ha sido asignado y se han etiquetado las observaciones en función del conglomerado al que han sido asignadas.

ligeras diferencias en el dendrograma. Diferencias que se pueden apreciar igualmente en el caso de las cinco agrupaciones que se han forzado y que aparecen representadas en el Cuadro 23. Conviene recordar que la diferencia fundamental entre este análisis y el previo consiste en emplear, en este caso, las variables representativas del número de acciones (tanto las referidas al PNTA como a los contratos modalidad 1 y 2) en vez del montante financiero que han supuesto dichas acciones. El resto de variables empleadas siguen siendo las mismas: las representativas del tamaño de los grupos de investigación en cada tipo de acción del PNTA, la edad media del grupo y las referentes a los cuatro principales resultados alcanzados en los Proyectos de I+D. Surge así un primer punto a considerar a la hora de gestionar las ayudas y los grupos de investigación: ¿se debe diferenciar esa gestión de grupos y ayudas en función del número de ayudas que captan los grupos o del montante financiero que suponen las mismas?

Cuadro 23. AGRUPACIÓN DE LAS OBSERVACIONES EN CINCO CONGLOMERADOS. ANÁLISIS 4

Caso	Conglomerado de asignación	Caso	Conglomerado de asignación	Caso	Conglomerado de asignación
1:CEBAS-01	1	22:IATA-12	1	43:IFI-09	1
2:CEBAS-02	1	23:IATA-13	1	44:IFI-10	1
3:CEBAS-03	1	24:IATA-14	1	45:IG-01	1
4:CEBAS-04	1	25:IF-01	1	46:IG-02	4
5:CEBAS-05	1	26:IF-02	1	47:IG-03	1
6:CEBAS-06	1	27:IF-03	2	48:IG-04	1
7:CID-01	1	28:IF-04	3	49:IG-05	5
8:EEZ-01	1	29:IF-05	3	50:IG-06	3
9:EEZ-02	1	30:IF-06	1	51:IG-07	3
10:EEZ-03	1	31:IF-07	1	52:IG-08	1
11:IATA-01	2	32:IF-08	1	53:IG-09	3
12:IATA-02	2	33:IF-09	1	54:IG-10	1
13:IATA-03	1	34:IF-10	1	55:IIM-01	1
14:IATA-04	1	35:IFI-01	1	56:IIM-02	1
15:IATA-05	1	36:IFI-02	2	57:IMEDEA-01	1
16:IATA-06	1	37:IFI-03	1	58:INB-01	1
17:IATA-07	1	38:IFI-04	1	59:INB-02	1
18:IATA-08	1	39:IFI-05	1	60:INB-04	1
19:IATA-09	1	40:IFI-06	1	61:INB-05	1
20:IATA-10	1	41:IFI-07	1	62:IPLA-01	1
21:IATA-11	1	42:IFI-08	1		

Método de conglomeración: vinculación intergrupos. Medida: distancia euclídea al cuadrado.

Por otro lado, el estudio de las diferencias en los dendrogramas de los análisis 1, 2 y 3 con el 4 reflejan una cierta atomización de los grupos: mientras en los tres primeros

aparece un grupo claramente homogéneo y amplio, en el cuarto se produce una ruptura del mismo y una redistribución de las observaciones. Este hecho claramente pone de manifiesto que el estudio de las observaciones (los grupos de investigación) en función del número de acciones que lleva a cabo o de la financiación que reciben por esas acciones es claramente diferente lo que nos ofrece una pauta de comportamiento en lo que debería ser la gestión de los mismos.

Ahora se tratará de poner en relación esta información con la procedente del Cuadro 16 y la que aparece reflejada en el Gráfico 30 sobre la distribución de la producción de los grupos de investigación en función de su nivel de producción de forma que se pueda obtener alguna caracterización de los grupos de investigación del CSIC.

Hasta este punto se habían determinado claramente las características de un conjunto de grupos de investigación, el constituido por los denominados grupos de investigación *consolidados*. Si uno se fija en el análisis de conglomerados 4 (en el que se emplearon variables descriptivas del número de actividades llevadas a cabo por los grupos de investigación, del tamaño de los grupos en cada una de las herramientas del PNTA y de la edad media del grupo de investigación, así como de los resultados alcanzados con los Proyectos de I+D), se constata que los conglomerados números 2, 3, 4 y 5, que aparecen claramente divididos del resto de grupos del CSIC agrupados en el conglomerado 1 (ver Anexo IX), también coinciden, por una parte con el 20% de grupos de mayor producción (Gráfico 30) y, por otra, con los grupos cuya actividad tanto en el PNTA como en contratos bilaterales es la más abultada (Cuadro 16). Aunque las coincidencias no son meras casualidades (ciertamente, el análisis cluster se alimenta de los dos tipos de variables), sí que permite distinguir claramente ese conjunto de grupos de investigación consolidados, con lo que iniciar una parcelación de la participación en el PNTA, con objeto de mejorar la gestión que se realiza sobre los grupos de investigación.

Para poder llevar a cabo la diferenciación entre los grupos que se habían etiquetado como *emergentes* y *fugaces* es por lo que se han realizado previamente los tres análisis de conglomerados con variables representativas del montante financiero de las actividades emprendidas por los grupos. Como se observa en el Anexo IX, existe una cierta diferencia en la forma de agrupar las observaciones entre esos tres primeros análisis y el cuarto, siendo este último el que ofrece una imagen más nítida del conjunto de los grupos consolidados. En cambio, en los tres anteriores, dichos grupos aparecen más dispersos, y más de la mitad, se encuentran agrupados bajo el conglomerado 1 (el más amplio y de difícil catalogación). La única diferencia que existe entre esos tres

primeros análisis y el cuarto es el empleo en el último de variables representativas del número de las acciones realizadas, mientras que en los tres primeros se empleaban variables representativas del montante financiero que significaban esas actividades. En estos tres análisis, el conglomerado 2, en contraposición con lo que ocurría antes, aglutina a los grupos de investigación que no han tenido ningún resultado tras su participación en Proyectos de I+D (es decir, comprende a los grupos que conforman el 20% con menor producción mostrado en el Gráfico 30). En conclusión, estos análisis permiten distinguir aquellos grupos que, habiendo recibido una financiación similar a la del resto de grupos de investigación, no proporcionaron resultados. Estos grupos pueden ser calificados de *fugaces* y responderían a las características con que fueron definidos en el apartado 5.2.

Una conclusión final que se puede extraer de la lectura de los análisis cluster en combinación con los anteriores análisis es la referente a la gestión de los grupos de forma homogénea, sin diferenciar de acuerdo con algún parámetro. En el análisis que se acaba de mostrar, se han podido distinguir unos grupos (los denominados consolidados) que son buenos concededores del PNTA, de la forma en que se accede a sus ayudas y del entorno productivo que les rodea pero, debido a una gestión insuficiente (que no ineficiente), su participación aparece difuminada. Por otro lado, ese mismo efecto se genera con una serie de grupos cuya participación se circunscribe a acciones puntuales, sin ofrecer resultados a cambio. Entre ambos tipos de grupos, existen un amplio arco de participaciones, con mayores o menores resultados. Pero todos ellos aparecen enmarañados debido a una forma homogénea de gestionar las ayudas financieras del PNTA, sin discriminar entre los solicitantes. El empleo de variables descriptivas de la financiación que los grupos reciben del PNTA no ayuda a establecer diferencias. Se debe, por tanto, recurrir al número de esas acciones en combinación con los resultados que aportan y de los contratos bilaterales firmados para poder establecer diferencias más clarificadoras.

6.2.3. El papel del entorno tecnológico en Tecnología de Alimentos

El entorno tecnológico del Sistema Alimentario de Innovación hasta la implantación del PNTA se encontraba restringido a unos pocos centros de entre los que destacaba el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), constituido como empresa pública de la Generalitat de Catalunya en 1985. A este gran centro, que aglutina la mayor proporción de la participación del entorno tecnológico en el PNTA, hay que

sumar la de asociaciones empresariales de algunos subsectores de la industria de la Alimentación.

Como se indicó en el modelo de Sistema de Innovación empleado, el papel del entorno tecnológico resulta clave en el proceso de difusión y de relación entre los agentes del entorno científico y los del productivo. El modelo establece unas líneas de relación más favorables que otras. Por ello, la canalización de una relación a través de agentes que, por un lado tienen profundos conocimientos de la problemática de un sector y, por otro tiene una capacidad suficiente para transmitir las demandas del sector a los investigadores, resulta mucho más fluida que si dicha relación se establece directamente entre la empresa y el grupo de investigación. Pero además, la participación de los agentes del entorno tecnológico va más allá de la posibilidad de suavizar la relación. El entorno tecnológico, constituido fundamentalmente por entidades que, en muchos casos, procedían del desmantelamiento de la red de centros del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), son conocedores del entorno científico, pero no han colaborado de manera asidua con el productivo, por lo que su papel se ha visto muy limitado. Tan sólo algunos institutos de carácter privado, constituidos fundamentalmente como asociaciones sectoriales, sí son agentes verdaderamente conocedores del entorno productivo y mantienen unas relaciones estables con éste.

Debido a la necesidad de generar un auténtico entorno tecnológico que ayude a canalizar las relaciones entre los entornos científico y productivo, el PNTA, en su origen, había previsto, como una de sus líneas de actuación (concretamente la relacionada con la *interacción con empresas públicas y privadas*), una serie de acciones enfocadas a la generación de este entorno. De las cuatro acciones previstas, la cuarta hacía referencia expresa a la creación de “entes de investigación colectiva en la empresa (Asociaciones de investigación o Centros Técnicos) y potenciar los existentes” (CICYT, 1987). Además, continúa el PNTA,

“esta acción se considera prioritaria, a corto plazo, con el objeto de poder llegar a completar, en nuestro país, el tejido de *I+D-apoyo tecnológico-servicios en el campo de la tecnología de alimentos*. Si falta cualquier eslabón de la cadena señalada, es previsible que los esfuerzos y recursos dedicados a este Programa Especial sean muy mal aprovechados. Estos entes son vitales sobre todo para la Pequeña y Mediana Empresa, mayoritaria en España” (CICYT, 1987: 43).

En definitiva, los diseñadores del PNTA ya eran conscientes de, por una parte la necesidad de generar un auténtico entorno tecnológico en el Sistema de Innovación Alimentario español y, segundo, que su falta haría poco útil el esfuerzo en personal y recursos destinado a este programa. Este hecho representa el conocimiento, por parte de la administración encargada del diseño de la política, de la situación del sector, del reconocimiento de una necesidad y del apoyo expreso a un modelo de innovación de carácter sistémico. Para la articulación de esta medida, también se había pensado en cómo articularla y darle el necesario respaldo institucional. Por ello, se establecieron una serie de características que deberían cumplir dichos centros, entre las que cabe citar:

- Deben tener carácter privado, y ser gestionados y financiados por la empresa privada, a nivel colectivo.
- Deben contar con infraestructuras propias, tanto en lo que se refiere a instalaciones como equipos y personal.
- Deben ser de carácter sectorial, comprendiendo a un subsector industrial lo más homogéneo posible.
- Deben centrar sus esfuerzos, al menos inicialmente, en la realización de servicios y apoyo tecnológico y promover el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en las empresas, en coordinación con los organismos públicos de investigación, departamentos ministeriales implicados, etc.
- Deben prestar atención especial a la formación de personal, a distintos niveles técnicos, para las industrias del sector correspondiente.
- Deben estar estrechamente relacionados, a través de convenios y otros mecanismos, con los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica. El establecimiento de esta relación, que se considera imprescindible, a través de los acuerdos o convenios pertinentes, debe ser una condición previa necesaria para la puesta en marcha de estos centros.
- Aunque, como se ha indicado, deben ser financiados por la empresa, la administración debe apoyarlos económicamente para facilitar su puesta en marcha.

Por lo tanto, las características formales con las que salía a la luz el germen de entorno tecnológico del Sistema de Innovación Alimentario, implicaba la participación de

las empresas desde un inicio. Ciertamente, éste es un punto a favor de la generación de dicha red de institutos, siempre, claro está, que el entorno productivo respondiera positivamente a la llamada de la administración y se involucrara tal y como se había previsto en el diseño de este tipo de centros. Para reforzar esta medida, el PNTA también establece entre sus prioridades la de potenciar la red de centros tecnológicos, al modo en que se ha llevado a cabo en países tales como Francia, que parece ser el ejemplo a seguir por los diseñadores del PNTA, por las características de similitud que guardan los sectores de la alimentación en ambos países.

Como se ha indicado, este tipo de centros iba a contar, inicialmente, con ayuda económica por parte de la administración con el objetivo de ponerlos en funcionamiento, pero siempre con la clara idea de que la financiación sólo sería inicial y, a partir de su puesta en marcha, el centro debería estar financiado exclusivamente por las empresas del sector sobre el que tuvieran su incidencia. En ese impulso inicial se facilitaría un estudio previo para analizar el sector o sectores en los que los centros tendrían un mayor impacto, una evaluación del apoyo que los diferentes sectores iban a proporcionar a los centros, así como un plan de desarrollo y adaptación a la legislación. Asimismo, se planificó la creación de cuatro centros nacionales nuevos de carácter sectorial, basados en alguna de las asociaciones existentes, para lo que la administración facilitaría la financiación necesaria para construir las infraestructuras. Pasado un año se estimaba que el peso de la financiación pasaría, en el 100%, a las empresas.

En resumidas cuentas, el PNTA había previsto la generación de un entorno tecnológico propiciado por la propia industria de la Alimentación, con las consiguientes ventajas que ello implicaba de diseño de acuerdo con las necesidades y para dar respuesta a las demandas de esta industria.

La realidad de esta acción ha sido muy distinta. El requisito de que fuera la propia industria la que financiara la expansión y mantenimiento de este tipo de centros, se tornó en una barrera infranqueable: la escasa convicción de las empresas en la utilidad de los centros, el riesgo económico en que incurrían al financiar este tipo de centros, sin más apoyo por parte de la administración que el inicial (restringido a un año) y la carencia total de antecedentes que les sirvieran de elemento de juicio a la hora de decidirse por ofrecer o no su apoyo, significó, en la realidad, el fracaso de la acción. En los primeros años de vigencia del PNTA tan sólo se crearon dos institutos y siempre sobre la base de dos embriones previamente existentes: en el caso del Instituto Conservero de Navarra, creado sobre la base del Instituto del Ebro y en el caso de la Asociación de Fabricantes

de Conservas de Pescado de Vigo, sobre la base de un centro ya existente igualmente. Es decir, la medida, a pesar de estar bien diseñada y de ofrecer la posibilidad de constituir un entorno tecnológico guiado por los intereses de la IABT, perdió todo su vigor al implicar de manera definitiva y desde un primer momento a las empresas, carentes por completo de garantías de que su inversión en dichos centros iba a ofrecerles los frutos deseados.

6.3. Resultados en relación con la gestión del PNTA

Desde un principio se ha querido resaltar el papel de la gestión de la política con el objetivo de enfatizar su misión como elemento determinante del establecimiento de relaciones y, por ende, de la articulación de un sistema de innovación. La gestión se ha analizado atendiendo a dos niveles: por una parte la gestión efectuada del PNTA desde los órganos centrales del Plan Nacional (las oficinas de la CICYT encargadas de gestionar los Proyectos de I+D y las Acciones PETRI y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, CDTI, a cargo de los Proyectos Concertados) y, por otra, la gestión que han efectuado las estructuras de interfaz próximas a los Organismos Públicos de Investigación con el fin de facilitar las relaciones y dinamizar a los grupos de investigación fomentando la participación de éstos con empresas en actividades de investigación cooperativa. El motivo es obviamente doble. Por una parte se quiere poner de manifiesto la necesidad de una gestión eficaz del PNTA para que se puedan alcanzar los objetivos que se marca y, por otra, hay que poner en evidencia el papel que deben desempeñar las estructuras de interfaz como organismo de intermediación en el acercamiento entre el entorno científico y el productivo.

6.3.1. La gestión a nivel nacional: el papel de la estructura gestora central y de los gestores del PNTA

Como se ha ido poniendo en evidencia, uno de los aspectos fundamentales que se debe tener en cuenta en el análisis de las relaciones es la gestión que se hace del instrumento con el que se trata de fomentarlas. En el caso del PNTA, y como ya se ha indicado, esta gestión recae en tres oficinas del Plan Nacional diferentes, dependiendo del instrumento del que se trate. Este hecho, por sí sólo, es evidente que limita la flexibilidad a la gestión a la hora de estudiar las propuestas que pueda hacer un mismo

grupo de investigación a cada una de las tres herramientas que se han analizado, y no se puede olvidar que la burocracia excesiva retrae, tanto al entorno científico como al productivo, a la hora de emprender actividades conjuntamente. Este aspecto debe llevar a pensar si, de alguna manera, un exceso de burocracia ha posibilitado que muchas propuestas de investigación conjunta hayan podido transformarse en contratos bilaterales con objeto de evitar precisamente esa burocracia.

En relación con lo que ha supuesto la gestión propiamente dicha, se debe indicar primeramente que, con objeto del Plan Nacional, ha sido la primera vez que la administración española ha invertido una cantidad significativa de dinero para apoyar la actividad investigadora de manera sistemática, ya que, hasta ese momento, las universidades y centros públicos de investigación han dispuesto de cantidades muy reducidas para llevar a cabo cualquier actividad investigadora. Por este motivo y, considerando que la experiencia previa en esta materia era ciertamente nula, la estructura responsable de la gestión (la Secretaría General del Plan Nacional) trató de distribuir los fondos de una manera equitativa entre los grupos de investigación con un mayor potencial y capacidad de investigación siempre, claro está, de acuerdo con un proceso de evaluación imparcial e independiente de las propuestas remitidas. Dicho proceso evaluador consta de dos fases: primero se aplica una evaluación por pares a la propuesta para determinar su calidad científica, proceso que es realizado por los evaluadores de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (por lo general, investigadores de prestigio del área en cuestión), y la segunda fase consiste en una evaluación que lleva a cabo un Comité de Expertos con objeto de determinar la *oportunidad* de las propuestas de acuerdo con las características y el contexto del sector de la alimentación en España.

En relación con las propuestas aceptadas, la gestión técnica de los Planes se encomendó a la Secretaría General del Plan Nacional de I+D que sólo contaba con una pequeña plantilla que procedía de una transferencia temporal de los Centros Públicos de Investigación, transferencia que aparecía ya establecida en la Ley de la Ciencia en su artículo 7.2.c. En consecuencia, el PNTA era gestionado tan sólo por un investigador de prestigio a tiempo parcial con la colaboración de un pequeño grupo de administrativos. Es decir, en ningún momento se contó con un grupo de expertos en cada área del Plan Nacional que pudieran dedicarle tiempo al conocimiento de los grupos de investigación, de sus necesidades y de sus posibilidades. Bajo estas circunstancias e, independientemente de la capacidad de los gestores del PNTA, la cual en ningún momento se pretende poner en entredicho, la gestión del Programa fue pasiva,

simplemente tratando de hacer una distribución de los fondos destinados al área de tecnología de alimentos de manera homogénea entre las diferentes propuestas aceptadas, siendo el interés científico el criterio más importante para realizar dicha distribución.

Por otro lado la gestión de las Acciones PETRI era llevada a cabo por personas diferentes que también contaban con un escaso personal administrativo y en otra oficina diferente a la encargada de la gestión de los Proyectos de I+D, con la peculiaridad de que estaban a cargo de todas las Acciones PETRI de todos los programas del Plan Nacional, es decir, la gestión ha sido horizontal por herramientas, no vertical por áreas científicas o Programas que integran el Plan Nacional, lo cual es significativo de la escasez de medios humanos. Por tanto, la gestión efectuada sobre estas acciones, que han surgido fundamentalmente a partir de los grupos de investigación, mostró un carácter pasivo y con una escasa coordinación con el resto de Programas.

Por último, el CDTI, que dependía de un ministerio diferente¹²⁷, se encargaba de la gestión de los Proyectos Concertados sin ningún tipo de coordinación con los anteriores departamentos de la Secretaría General del Plan Nacional. Estos proyectos que, como se indicó, surgen como respuesta a las demandas de la industria de la Alimentación en busca de apoyo de grupos de investigación para desarrollar una actividad investigadora en común, no parecen haber generado los resultados deseados sobre las expectativas que se habían puesto en ellos.

En resumen, la gestión que se llevó a cabo durante el período analizado no supo y, seguramente no pudo aplicar diferentes métodos de gestión a la comunidad científica tan heterogénea que se ha mostrado ni ha promovido suficientemente las relaciones de los grupos de investigación con otros agentes del Sistema Alimentario de Innovación español, potenciando su capacidad científica para buscar coordinadamente soluciones a los problemas técnicos planteados por la industria de la alimentación. Pero tampoco ha tenido éxito en la creación y potenciación de una red de institutos tecnológicos para el sector, tal y como fue prevista en el PNTA.

¹²⁷ Los cambios de gobierno ocurridos durante el período de tiempo estudiado, han llevado a estas oficinas gestoras a depender, en un inicio, de ministerios diferentes: el de Educación y el de Industria. Posteriormente, a partir de la segunda legislatura del Partido Popular iniciada en 1998, pasaron a depender del Ministerio de Ciencia y Tecnología, de nuevo cuño. Desde abril de 2004, aunque se salga del período de estudio, la estructura vuelve a ser bicéfala y el anterior ministerio desaparece. Esto, tan sólo sirve para poner en evidencia las dificultades a las que, adicionalmente, debe enfrentarse la gestión del PNTA, en este caso, y de cualquier política, con carácter general.

La experiencia adquirida tras estos dos Planes Nacionales de I+D debería haber servido de ayuda para cambiar las líneas maestras del que fue el tercer Plan Nacional así como de su gestión. Entre las herramientas de interrelación se incluyó en ese nuevo Plan el denominado Programa PACTI (Programa para la Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria). Con respecto a la gestión, el informe de seguimiento del Tercer Plan Nacional establecía que "...la gestión debería ser más activa, transformándose en el motor para la creación y coordinación de consorcios y de la evaluación y seguimiento de las acciones" (CICYT, 1996). Hoy día resulta un aspecto crucial el poder contar con el personal administrativo suficiente. Es fundamental poder contar y poder contratar personal ya que la Secretaría General del Plan Nacional cuenta con los mismos recursos humanos desde 1989¹²⁸. Por desgracia, estos cambios sugeridos para la gestión del PNTA y, por añadidura, al Plan Nacional de I+D no se llevaron a la práctica durante el III Plan Nacional y las debilidades relacionadas con esa escasez de personal se han visto incrementadas ante el innegable incremento en las solicitudes que se tramitan año a año en cada convocatoria.

6.3.2. El papel de las estructuras de interrelación: el caso del Centro de Transferencia de Tecnología de la UPV y de la OTRI del CSIC en la Comunidad Valenciana

La gestión propiamente dicha del PNTA, como se ha mostrado en el apartado anterior, corre a cargo de tres oficinas establecidas en la estructura de la Secretaría General del Plan Nacional. Pero, una característica que hay que resaltar, es que la gestión más específica de las propuestas presentadas desde los Centros Públicos de Investigación, y que se encargan, entre otras funciones, del diseño de éstas y de su tramitación hacia la CICYT, se ha venido efectuando desde las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación. Desde su creación, han participado activamente en la conformación del sistema nacional de innovación en España, como entes a cargo del fomento, si se quiere, más localizado y adaptado a las características y circunstancias especiales que les rodea, de las relaciones de los grupos de investigación que constituyen el núcleo de sus esfuerzos, con los entornos financiero, tecnológico y productivo que les es más próximo. Es poco probable que ahora se pudiera estar hablando del fomento de las relaciones si no hubiera sido por la aparición de dichas

¹²⁸ Este hecho se puede constatar en la Memoria del III Plan Nacional, (CICYT, 1996).

oficinas. En realidad, la existencia de dichas estructuras responde al mismo objetivo que el de los instrumentos, por lo tanto, la capacidad articuladora de éstos es inexistente sin la presencia de aquéllas y viceversa. Este hecho, que por sí sólo es más que suficiente como para apelar al apoyo y potenciación de los elementos gestores con que cuenta el Sistema Ciencia-Tecnología-Industria en España, se ha puesto de manifiesto con extrema nitidez en el caso del papel desempeñado por dos de estas estructuras: el Centro de Transferencia de Tecnología de la Universidad Politécnica de Valencia y la OTRI de la Delegación del CSIC en la Comunidad Valenciana.

Con carácter general y, de acuerdo con Fernández de Lucio y Conesa (1996), una estructura de interrelación se puede definir como una unidad establecida en un entorno o en su área de influencia que dinamiza, en materia de innovación tecnológica, a los elementos de dicho entorno o de otros y fomenta y cataliza las relaciones entre ellos. Del conjunto de estructuras de interrelación, las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRI) constituyen la forma más extendida entre los elementos del entorno científico. Surgieron mayoritariamente en 1989, a raíz de la iniciativa emprendida por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), que se decidió a impulsar definitivamente y a promover una política más activa de relaciones entre los diferentes agentes que constituían el Sistema de Innovación en España. A partir de ese momento, todas las universidades y una gran parte de los Centros Públicos de Investigación establecen una OTRI en su seno, pero las diferencias se encuentran en las funciones que se les han asignado. Algunas instituciones comprendieron el motivo de la implantación de estas estructuras facilitadoras, siguiendo la terminología de Lipsey y Carlaw, como elementos del sistema que iban a contribuir decididamente al establecimiento de relaciones, más o menos duraderas, entre los investigadores y las empresas y recibieron atribuciones¹²⁹ para poder llevar a cabo dicha función. En otros casos, por desgracia, se optó por considerarlas como meros instrumentos gestores de vicerrectorados sin una clara vocación de puesta al servicio del fomento de las relaciones y con una capacidad de recursos muy limitada.

En los primeros casos se ha constatado la contratación de personal con unos niveles de formación específica en áreas concretas de conocimiento y en temas relacionados con la gestión, lo que ha permitido a estas oficinas ofrecer auténticos servicios de fomento de las relaciones. Los motivos son simples: una cualificación del

¹²⁹ Resulta más discutible si, además de las atribuciones, recibieron recursos, tanto financieros como humanos, para poderlas desempeñar adecuadamente.

personal de las OTRI adecuada, garantiza, por una parte, la proximidad de este personal con los investigadores y, por otra, la posibilidad de un acercamiento mayor con los empresarios. Las OTRI que han potenciado su papel de intermediación entre entornos, han conseguido crecer y convencer a la comunidad a la que sirven de su función intermediadora, con el consiguiente aumento de la confianza de los investigadores y el aumento progresivo en los niveles de contratación entre estos agentes y las empresas.

En el extremo opuesto se encuentran otras OTRI que, bien por falta de personal con los niveles de formación adecuados, así como de recursos económicos, bien por la falta de confianza de las instancias superiores en la labor de un cuerpo administrativo nuevo, bien por una combinación de ambos motivos, han quedado relegadas a meras oficinas administrativas de dichos centros, sin otras labores más que las puramente relacionadas con la tramitación de documentos, la gestión de ingresos y gastos o las de transmisión de información a los grupos de investigación. Sin desmerecer todas estas labores que, ciertamente, deben ser realizadas por alguien, el papel fundamental de las OTRI, en estas situaciones, es inexistente, ya que suele contar con un personal sin experiencia, con niveles de formación media y centrada en temas de gestión, y que no le permite relacionarse adecuadamente ni con los grupos de investigación, a los que no puede entender, ni con empresas, a las que no puede explicar adecuadamente la oferta tecnológica que les podría resultar de utilidad.

El caso del Centro de Transferencia de Tecnología de la UPV resulta, ciertamente, paradigmático. Su creación se remonta al año 1989. En 1996 contaba ya con 6 técnicos superiores para la realización de tareas conducentes al establecimiento de relaciones con agentes de otros entornos, incluso para ayudar a los propios investigadores de la universidad a establecer acuerdos de relación entre ellos mismos, lo cual ha sido un aspecto muy significativo de esta universidad: su departamento de tecnología de alimentos se encuentra dividido en grupos que difícilmente interactúan entre ellos. El papel desarrollado por esta oficina ha sido fundamental a la hora de promover a los profesores hacia las actividades competitivas promovidas desde el Plan Nacional. El acuñado y uso del término “dinamización” parte de los trabajos desarrollados, tanto por esta oficina, como por la OTRI del CSIC de la Comunidad Valencia, en su trabajo de implicación de los grupos de investigación en la realización de actividades de I+D.

Por su parte, la OTRI del CSIC en la Comunidad Valenciana surge en 1991. En la actualidad cuenta con 3 técnicos superiores, personal que resulta, a todas luces, escaso para ofrecer un servicio adecuado a todos los grupos de investigación del CSIC con

implantación en esta Comunidad. Aún así, el papel llevado a cabo por la misma ha sido decisivo en el establecimiento de numerosos contratos de colaboración con empresas de la IABT puesto que muchos grupos de investigación del IATA manifiestan que su interés por colaborar con empresas de la IABT es muy limitado y sólo recurren a esa actividad conjunta cuando no han conseguido obtener financiación a través de Proyectos de I+D del PNTA.

PARTE V: CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

7.1. La contribución teórica de este trabajo

La evaluación, como disciplina económica, ha evolucionado muy deprisa desde que alcanzara, hacia los años 70 del pasado siglo, un importante reconocimiento en los Estados Unidos. Desde entonces ha recorrido un camino de incertidumbres en cuanto a las metodologías más óptimas que se debían emplear para alcanzar resultados satisfactorios. Ciertamente el adjetivo “satisfactorio” en el contexto de una evaluación siempre lleva a preguntarse ¿satisfactorio, para quién? La respuesta no debe dejar la menor duda: satisfactorio en relación con los objetivos que se habían establecido en el punto de partida y que ahora se comprueba en qué medida han sido alcanzados. Pero, aún habiendo alcanzado una presencia destacada entre los países más desarrollados, los procesos de evaluación siempre estarán abiertos a interpretaciones diversas y críticas debidas a la fragilidad de los métodos que se emplean. No se puede olvidar que la evaluación de la actividad socioeconómica implica, de alguna manera, la evaluación de la acción humana que difícilmente puede dejar satisfechos a todos los individuos sobre los que afecta dicha actividad.

Partiendo de esas premisas resulta alentador contemplar la velocidad a la que se han producido los avances en la evaluación de una actividad que resulta igualmente novedosa entre las economías más desarrolladas del planeta: la evaluación de las políticas públicas de fomento de la I+D e innovación. Desde luego, dichos avances no habrían sido posibles sin el apoyo y compromiso de instituciones internacionales con la evaluación. La OCDE y la Unión Europea han servido de plataformas para la implantación, en una primera instancia, de la evaluación como actividad que forma parte del ciclo de una política y, con posterioridad, para la puesta en práctica y refinamiento de metodologías que han servido para mejorar los procesos de evaluación. Gracias a ello,

actualmente se puede encontrar una gran cantidad de métodos y metodologías, centradas éstas en la evaluación de objetivos, más o menos concretos, de una política pública. En el caso concreto de las políticas de Ciencia, Tecnología e innovación, aún significando un ámbito más restringido de la política pública, también se ha avanzado en la aplicación de metodologías y el desarrollo de nuevos métodos. Este impulso también se debe, en gran medida, a la preocupación de una nueva corriente de estudiosos en economía y sociología por avanzar en la comprensión de los procesos económicos. Gracias a ellos, ha ido cobrando fuerza desde los años 60 una nueva manera de entender el comportamiento de los agentes económicos y de analizar la manera en que se llevan a cabo las transacciones. La aparición de la corriente de pensamiento denominada *Estructuralista-Evolucionista* ha abierto un amplio espectro de posibilidades en la contemplación de los intercambios de una economía. Una de esas posibilidades es la que se estudia a través del concepto de Sistema de Innovación, con cuya aparición ha surgido una nueva manera de entender el proceso de innovación tecnológica en la sociedad. Como toda nueva corriente de pensamiento, sus posibilidades son muy grandes pero, hasta la fecha, la complejidad de los aspectos que se quieren analizar y la falta de solidez que ofrecen algunos de los métodos analíticos empleados, provoca una cierta inconsistencia de los resultados que proporciona su empleo. Pero, por otro lado, ofrece una visión alternativa y más enriquecedora del fenómeno del cambio tecnológico aludido, que permite alcanzar una mayor profundidad en la comprensión del mismo al considerar posibilidades que hasta hace pocos años, la economía tradicional no se había planteado en sus análisis. Cabría destacar de entre los nuevos planteamientos, el que se realiza del factor humano, como eje fundamental del cualquier proceso económico, lo que lleva a entroncar esta corriente de pensamiento con la disciplina sociológica.

Dentro de esos nuevos planteamientos, los referentes a la evaluación de políticas públicas de Ciencia y Tecnología desde la consideración de los Sistemas de Innovación, han proporcionado una manera alternativa de formularlas, de orientarlas hacia objetivos, muchos de ellos largamente perseguidos y, cómo no, de evaluarlas. Desde los planteamientos sistémicos, uno de los principales elementos del análisis que se lleva a cabo es el de las relaciones entre los agentes que participan en esos procesos. Lógicamente el estudio de las relaciones implica el estudio de cómo diferentes agentes participan en dicha actividad, cómo se relacionan y cómo evolucionan dichas relaciones a lo largo del tiempo. Éste ha sido uno de los ejes teóricos fundamentales alrededor del cual ha girado el presente estudio: la capacidad de los agentes de establecer relaciones, de alimentarlas y de consolidarlas a lo largo del tiempo.

7.1.1. El concepto de la articulación en la evaluación estructural de las políticas públicas de apoyo a las actividades de Ciencia y Tecnología

El estudio de las relaciones es, actualmente, uno de los campos más fructíferos y que más producción científica está generando en el ámbito de la socioeconomía. Los planteamientos sistémicos aludidos anteriormente, implican el estudio de las relaciones entre los agentes. De ese amplio espectro, las relaciones Universidad-Empresa han cobrado un interés inusitado desde la década de los 90 por el interés en encontrar un papel más activo, dentro del proceso de innovación, para las instituciones dedicadas a la investigación y, en concreto, las universidades. La idea de reforzar las relaciones que mantienen dichas instituciones con el entorno productivo ha guiado la definición que aquí se ha hecho de la articulación del Sistema de Innovación.

Como ya se puso de manifiesto, en este trabajo se define y emplea el concepto de *articulación de un Sistema de Innovación* como la capacidad de un sistema para establecer flujos de conocimiento entre sus agentes de forma fluida y continua de manera que se promueva el conocimiento del conjunto. Para ello, se consideran elementos esenciales las herramientas de interrelación y las estructuras de interfaz, sobre todo en aquellos sistemas débilmente articulados, como es el caso del español. Es decir, el trabajo llevado a cabo desde las estructuras de interfaz en el sistema, junto con el uso de herramientas de interrelación promovidas por los programas públicos de apoyo a la I+D e innovación, sirve para fomentar, catalizar, facilitar y, en definitiva, favorecer la articulación de los diferentes agentes que constituyen un Sistema de Innovación, que tiene la misión de generar e introducir innovaciones en dicho sistema. En este contexto, se considera que la finalidad de las estructuras de interfaz es la de dinamizar a los elementos del sistema de Innovación (Castro et al., 2001) en relación con los temas de innovación así como facilitar y catalizar sus relaciones a través de diferentes tipos de actividades. Por otro lado, las herramientas de interrelación deben servir para favorecer las relaciones de los elementos del sistema básicamente a través del estímulo financiero.

Este concepto ha ayudado a establecer una línea de análisis y evaluación de un objetivo concreto marcado por las políticas públicas de apoyo a la I+D e Innovación que, en el caso español, queda explícitamente plasmado, tanto en el Plan Nacional de I+D como en el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos, sujeto del presente estudio. Dicho objetivo habla de la necesidad de fortalecer las relaciones entre los agentes que toman parte en la política. Esta necesidad es la que lleva a establecer una definición concreta de lo que se puede entender por articulación de un sistema, ya que ello permite

elaborar unas líneas maestras de por dónde se debe encaminar la evaluación del objetivo concreto de la política.

Pero, por otra parte, la evaluación de políticas no ha recibido una especial atención ni desarrollo en España. Tan sólo en las últimas décadas del pasado siglo, con la llegada de la democracia, se comienza a formalizar e institucionalizar el proceso de definición, implementación y evaluación (aunque ésta en menor medida) de las políticas públicas. Tras 16 años de vida del Plan Nacional de I+D ciertos objetivos, entre los que se encuentra el mencionado anteriormente, deben ser evaluados en profundidad y, para ello, este trabajo ha acudido a la idea de articulación de un sistema de innovación en el análisis efectuado. Este tipo de evaluación *ex-post* o, como actualmente se tiende a denominar, de impacto, debe ser entendida como el cierre del ciclo político, con la que se puede llegar a conocer si los objetivos se han alcanzado o si, por el contrario, los resultados se han desviado de lo diseñado inicialmente. Por ello, es imprescindible asumir la evaluación como un elemento más de la política y proceder a llevarlas a cabo de manera independiente, imparcial y sistemática.

7.2. Contribuciones metodológicas del estudio

Como ya se ha indicado, es mucho lo que se ha avanzado en metodología evaluadora de políticas públicas. Al ceñirnos al ámbito de las políticas de Ciencia, Tecnología e innovación, también se encuentra una abundante literatura metodológica que básicamente se divide en dos grupos. Por una parte, se pueden estudiar los métodos más convencionales, basados en técnicas cuantitativas que permiten obtener indicadores generados a partir de una información numérica, la cual se puede obtener a partir de los informes finales exigidos por las entidades gestoras tras finalizar el período de concesión de las ayudas, o bien, a través de encuestas *ad-hoc*, en las que se solicita información más concreta con objeto de diseñar indicadores específicos a los fines deseados. En el primer caso, se debe hacer depender los resultados finales del diseño de unos cuestionarios que, por lo general, no han sido planteados para recabar información que deba ser empleada en la posterior evaluación de la política. Tal es el caso de lo que ha ocurrido con la información de los tres instrumentos a los que se ha acudido en la evaluación del PNTA. Su diseño está pensado para recabar un tipo de información que dista mucho de ser la más útil para establecer patrones de cooperación entre los grupos de investigación y los demás agentes (tanto del entorno productivo como del tecnológico)

del Sistema de Innovación Alimentario. Es evidente que resulta complicado diseñar un cuestionario con el que se pueda obtener información útil para poder evaluar todos y cada uno de los objetivos planteados en una política, sobre todo teniendo en cuenta las dificultades que tienen en el organismo gestor de la política para conseguir que los actuales cuestionarios sean cumplimentados con su actual diseño. Una vez más, se pone de manifiesto la escasa tradición que hay en España de proporcionar información para evaluar la actividad pública. Por lo tanto, es preciso proceder a un proceso de “educación” de los agentes que participan en las políticas para que se conciencien de la necesidad de proporcionar información una vez finalizado el período para el que obtuvieron la ayuda. A partir de ese punto, será posible pensar en rediseñar los cuestionarios finales al objeto de poder obtener información que permita analizar, aunque sea someramente, los principales objetivos planteados en la política. Asimismo, hay que tener presente la falta de recursos humanos que tienen las oficinas encargadas de la gestión de los instrumentos, lo que implica la dificultad de recopilar la información en unos plazos que permitan que la posterior evaluación pueda resultar útil. Por otro lado, el hecho de que la gestión de los tres instrumentos empleados en la evaluación sea realizada por tres oficinas diferentes, plantea el problema de coordinación en la obtención de los resultados de esos cuestionarios: diferentes plazos en la recogida de la información, diferentes grados de control en la calidad de la información proporcionada, diferentes grados de confidencialidad en el uso de dicha información... Todo ello conlleva, en la práctica, la imposibilidad de realizar un seguimiento detallado de los agentes que han tomado parte.

En conclusión, la posibilidad de llevar a cabo una evaluación *útil* de ciertos objetivos a partir de la información que se puede generar desde los cuestionarios actuales de los diferentes instrumentos, queda mermada, primeramente, por la falta de adecuación entre la información proporcionada por el cuestionario y la que se precisa para evaluar el objetivo; en segundo lugar, por la falta de adecuación en plazos entre los que se precisan para obtener la información de dichos cuestionarios y los plazos requeridos para ofrecer resultados de la evaluación que se puedan emplear en el rediseño y reorientación (si fuera preciso) de la política en el ejercicio siguiente. En tercer lugar, por la falta de coordinación entre las tres oficinas gestoras de los instrumentos, lo que implica una inconsistencia en la información que se puede obtener a través de los cuestionarios. Y, por último y, de manera muy especial, por la falta de personal para gestionar dichas políticas, que apenas permite resolver las convocatorias sin demasiados errores y de una manera totalmente pasiva, no restando tiempo para realizar un

seguimiento de los grupos participantes, ni del área en sí ni, por supuesto, de la incidencia y evolución de las políticas para su posible mejora hacia la generación e implantación de métodos más eficientes que permitan alcanzar los resultados deseados.

Si, por el contrario, se llevara a cabo una recogida de información desde cuestionarios diseñados específicamente para la evaluación de los instrumentos, parte de los problemas señalados se soluciona. Ciertamente, la adecuación entre la información que se recaba y la que es precisa para evaluar el objetivo concreto es total o, al menos, debe serlo. En segundo lugar, se evita el problema de falta de coordinación entre oficinas gestoras, ya que el proceso de recogida de información queda centralizado. Pero el problema de la obtención de información no sólo no se soluciona sino que además se puede ver incrementado. Si a las oficinas gestoras les resulta complicado recuperar los cuestionarios completados, la situación se agudiza cuando dicho cuestionario procede de un ente que nada tiene que ver con la concesión de la ayuda, como por ejemplo, de un Centro Público de Investigación, que recaba esa información con objeto de proporcionar una evaluación independiente de los agentes diseñadores y gestores de la política y/o de los instrumentos. En estos casos, resulta altamente complejo obtener cuestionarios completados por los grupos de investigación y la situación se agrava aún más en el caso de las empresas que no aprecian el menor beneficio en el tiempo que requiere completar el cuestionario. Si el hecho de cumplimentar un cuestionario resulta una obligación para una empresa cuando éste es remitido por la entidad gestora de la ayuda que le fue concedida, en el caso de que sea remitido por una institución que nada tiene que ver con la concesión de esa ayuda, representa una pérdida de tiempo para las empresas. El resultado final es la obtención de información incompleta, escasa y poco fiable, con lo que la evaluación que se pueda llevar a cabo resultará tan o más inútil que en el caso anterior.

Por todo ello, resulta de gran utilidad complementar los métodos de evaluación cuantitativos, basados en información numérica o cuantificable a partir de cuestionarios (siempre que éstos resulten sencillos en cuanto a la información solicitada y breves) con la obtención de información cualitativa basada en entrevistas personales en aquellos casos que resulten representativos de la marcha de la política evaluada. Los métodos empleados en la investigación socioeconómica así lo demuestran y el manejo de los actuales conceptos de sistema de innovación y de articulación del sistema requieren, para su análisis, de información que difícilmente se puede obtener solamente a partir de datos cuantitativos.

En el caso de la evaluación de la articulación fomentada por el PNTA sobre el Sistema de Innovación Alimentario en España, la metodología se ha basado en una combinación de diseño de indicadores a partir de información cuantitativa recabada a partir de los informes finales remitidos por los grupos de investigación a los órganos gestores del Programa, junto con información cuantitativa procedente de los contratos bilaterales firmados entre dichos grupos con empresas que han participado en el PNTA. A partir de esa información ha sido posible establecer una caracterización de la participación en el PNTA. Pero para poder profundizar sobre el hecho del fomento de la articulación ha sido preciso contar con información cualitativa obtenida de entrevistas directas con grupos de investigación. El estudio y seguimiento de grupos concretos sí ha arrojado algo de luz sobre la forma en que el PNTA ha contribuido a articular un sistema de innovación en el sector de la alimentación. De todas maneras, aún dista de ser un resultado concluyente puesto que el análisis de experiencias debe replicarse en numerosos casos para poder llegar a formular una teoría a partir de métodos que incluyen el estudio de caso como parte sustancial del análisis.

Todo ello nos permite concluir que los métodos de evaluación de políticas públicas de Ciencia, Tecnología e innovación en España aún se encuentran en una fase muy incipiente, sin una clara orientación hacia su objetivo teórico: el cierre del ciclo de la política con el fin de reorganizar el diseño, objetivos y formas en que se implementará nuevamente la política una vez analizados los resultados alcanzados. Las evaluaciones que se llevan a cabo, por lo general cuentan con un reducido respaldo de los organismos a quienes más debe interesarles y, en consecuencia, resultan escasamente valoradas. Por otro lado, los organismos gestores no cuentan con una estructura adecuada para proceder a la evaluación de los instrumentos que gestionan, lo que redundará, una vez más, en la devaluación del resultado de una evaluación. Asimismo, el escaso interés en la evaluación mostrado por los políticos que dirigen estos organismos, se traduce en un diseño pobre de los cuestionarios y en escasos recursos humanos puestos al servicio de este proceso, lo que repercute muy negativamente sobre los propios agentes evaluados, que no ven en la evaluación el proceso fiable de redirección de las políticas e instrumentos, e incide finalmente en su falta de implicación a la hora de proporcionar la información necesaria para llevarlo a cabo.

7.2.1. La evaluación de las estructuras de gestión de las políticas de Ciencia y Tecnología

Anteriormente se ha puesto de manifiesto la falta de implicación de las estructuras gestoras del PNTA y, por extensión, de los instrumentos puestos a su disposición, que es debida a motivos tales como la falta de recursos humanos, la falta de una tradición evaluadora en el país y la falta de coordinación entre las estructuras gestoras. Todo ello se traduce en la dificultad de llevar a cabo evaluaciones fiables que sirvan para ayudar al político y a los gestores a reorientar la manera en que se gestionan las ayudas vinculadas a las políticas y la política en sí misma en función de la consecución de objetivos. Por otro lado, la falta de implicación de estos organismos se traduce en la carencia de un compromiso por parte de los agentes que han tomado parte en el PNTA hacia la posterior evaluación de su participación. La educación de los agentes y su concienciación de la necesidad de evaluar la actividad financiada con los fondos públicos no puede lograrse mientras que, desde las entidades gestoras no se ofrezca una imagen de necesidad y de utilidad del proceso de evaluación. Por ese motivo parece fundamental, sobre todo en una fase incipiente de implantación de la evaluación de una política, que se lleve a cabo una evaluación de la gestión que se efectúa desde los órganos gestores de esa política. La puesta en evidencia de las carencias con que se lleva a cabo la gestión debe servir para poner remedio a esa situación y, a partir de ese momento, será posible exigir una implicación mayor a los agentes que participaron.

En el caso de las oficinas encargadas de la gestión del PNTA y de los tres instrumentos tenidos en cuenta (Proyectos de I+D, Acciones PETRI y Proyectos Concertados) se ha puesto de manifiesto la cortedad de recursos humanos y la falta de profesionalidad de los mismos. Si bien resulta necesaria la participación de un investigador de prestigio en el área que conozca las necesidades y la realidad del entorno científico, su alejamiento de la realidad que se vive en el entorno productivo supone, en la práctica, una desviación clara del objetivo socioeconómico de articular un sistema de innovación en el sector de la alimentación. Por lo tanto, una gestión en combinación con los agentes del entorno productivo puede proporcionar un diseño de la política más afín a los intereses de unos y otros agentes, con lo que la implicación del entorno productivo, lacra no solventada del PNTA, se podría hacer realidad en el futuro. Otra cuestión a solventar es el tiempo que estos investigadores dedican a la gestión del Programa. El que su participación sea complementaria a su actividad como investigador, resta mucha fuerza a la gestión que se puede llevar a cabo de un programa de estas características.

Una implicación a tiempo completo ofrecería mejores resultados y permitiría un mayor acercamiento y conocimiento de los grupos de investigación, posibilitando una gestión más específica en función de sus características y una mejor adecuación de las ayudas otorgadas con el fin de estimular las capacidades del grupo y proporcionar un apoyo más real que redundará en la mejora de los resultados de los grupos de investigación.

Por otro lado, se ha observado una clara descoordinación entre las oficinas encargadas de la gestión de los tres instrumentos concretos que aquí se han analizado. Una vez más, la falta de recursos humanos genera, además de la dificultad de abordar todos los problemas que se presentan en la gestión de las ayudas, la imposibilidad de coordinar la actividad de las tres oficinas. Una posible solución pasaría por unificar la gestión de los instrumentos bajo un mismo órgano gestor, unificando criterios de seguimiento y facilitando la recopilación de la información, evitando solapamientos y dobles esfuerzos. De todos modos, debido al crecimiento que experimenta la participación de los agentes en los diferentes Programas que componen el Plan Nacional y el incremento en los fondos destinados al mismo, la gestión que se efectúe en un futuro, sea centralizada o deslocalizada, precisará con seguridad de más recursos (humanos y financieros) para poder mantener, por lo menos, la gestión que actualmente se está llevando a cabo.

7.2.2. El análisis de la articulación: las herramientas de articulación y las estructuras de interrelación

La búsqueda de trazas de articulación en el Sistema de Innovación Alimentario en España fomentada desde el PNTA nos ha llevado, por una parte, a analizar el papel de las herramientas de articulación, materializadas en Acciones PETRI y Proyectos Concertados y, por otra, a conocer mejor el papel desempeñado por las estructuras de interrelación próximas a los grupos de investigación como agentes que han ayudado precisamente a establecer vínculos entre esos grupos y los agentes de los entornos productivo y tecnológico.

En relación con las herramientas de interrelación, el Plan Nacional de I+D las diseñó con la idea de fomentar la articulación del sistema. Es decir, estaban pensadas precisamente para permitir que las empresas y los CPI establecieran relaciones entre sí. Por ello, se diseñaron dos herramientas específicas cuya concesión implicaba la relación entre agentes de esos dos entornos. Por otro lado, la Ley de la Ciencia determinaba

mecanismos alternativos que ayudasen al establecimiento de esas relaciones. Uno de esos mecanismos fue la creación de la red OTRI/OTT, con objeto de facilitar la transmisión de la actividad investigadora de los CPI a las empresas. Dentro, precisamente, de esa actividad hay que contar con la proporcionada por las dos herramientas aquí analizadas. Esta red, en relación con las herramientas de articulación, aparece con objeto de reducir las diferencias habituales entre los CPI y las empresas cuando establecen un acuerdo de colaboración. Además, el proceso burocrático que implica la concesión de las ayudas resulta igualmente complejo para unos y otros, por lo que su participación en la elaboración de las propuestas de proyectos se considerará primordial en una fase inicial.

Las dos oficinas analizadas resultan muy representativas de lo que se supone que es una estructura de interrelación y de la función que debe llevar a cabo. Por dicho motivo, podemos concluir que su papel ha sido fundamental y clave en el establecimiento de acuerdos de colaboración concretos, como se ha puesto de manifiesto en el análisis de los casos del CTT de la UPV y de la OTRI del CSIC en la Comunidad Valenciana. Lógicamente, su participación no habría resultado igualmente productiva si no hubieran contado con el personal cualificado necesario para poder acercar a los agentes de diferentes entornos y poder mostrarles los beneficios que implica la participación conjunta en esos tipos de herramientas.

Por otro lado, el papel de las estructuras de interrelación también ha resultado definitivo a la hora de establecer acuerdos bilaterales entre los grupos de investigación y las empresas, como forma alternativa de relacionarse. El hecho de que las estructuras de interfaz hayan participado activamente en el diseño de los acuerdos de colaboración ha sido otro de los aspectos más valorado por los grupos de investigación, ya que, como es lógico, el sentirse acompañado por personal profesional en estos temas, ayuda a disminuir el miedo a lo desconocido que surge entre los investigadores cuando se inician en la colaboración con las empresas.

En definitiva, las herramientas para el fomento de la colaboración puestas en marcha por la administración (concretamente, por el Plan Nacional de I+D) se antojan útiles y necesarias, pero no suficientes. Es preciso dotar a esas herramientas de los órganos que los gestionen adecuadamente, que las entiendan y que las sepan ofrecer a los potenciales "clientes". Para ello, es preciso que las estructuras de interrelación cuenten con un personal formado en gestión y en áreas científicas específicas así como en las características del entorno productivo con el que debe trabajar con objeto de poder

entender las demandas lanzadas desde el entorno productivo afín y así poder ajustar a las mismas, la oferta del entorno científico, de manera que la distancia que siempre existe entre ambos tipos de agentes se pueda acortar lo más posible.

7.3. Conclusiones sobre la articulación fomentada por el PNTA sobre el Sistema Alimentario de Innovación en España

El análisis de la articulación que se ha fomentado a través del PNTA se ha efectuado a dos niveles: por una parte desde un punto de vista genérico, analizando su papel y resultados a nivel agregado y, por otra, desde un punto de vista más específico, analizando dos casos concretos y suficientemente representativos.

A nivel agregado se ha constatado una incidencia del PNTA muy débil sobre las relaciones que se han intentado fomentar. El análisis de las herramientas de articulación, considerando la información que proporcionan los organismos gestores, resulta escaso y poco útil para extraer conclusiones relacionadas con la capacidad de articulación de esas herramientas. Sin embargo sí que ha servido para constatar una serie de resultados que se pasa a detallar:

- El crecimiento del entorno científico del sistema de innovación alimentario: el número de publicaciones internacionales de los grupos que han tomado parte en el PNTA ha crecido, durante los años analizados, comparativamente más deprisa que las de otros países del entorno y que, por tradición, son considerados como punteros en el área de tecnología de alimentos, tales como el Reino Unido, Francia o Alemania.
- Por otro lado, se observa que estas herramientas también han permitido la formación de una serie de grupos de investigación nuevos (denominados emergentes), creados al amparo del PNTA y que pueden precisar de una ayuda especial para poder despuntar y consolidarse dentro del entorno científico. El análisis de los grupos de investigación, tanto en el seno de la UPV como del CSIC, pone de manifiesto la existencia de grupos, con una edad media reducida, un nivel de producción científica que los sitúa entre los dos primeros grupos de producción, pero que no despuntan como participantes en actividades de colaboración con empresas (ni contratos ni

Acciones PETRI o Proyectos Concertados). Estos grupos cuentan con capacidad suficiente como para convertirse, en un futuro, en integrantes del denominado grupo consolidado.

- Otros grupos que se han detectado, tanto en las universidades como en el CSIC, son los denominados fugaces, que se caracterizan por una baja capacidad de producción (integran los dos últimos grupos de producción - Cuadro 15, Cuadro 16, Gráfico 23 y Gráfico 30) y su participación se debe a motivos que no tienen que ver con la investigación continuada en el área de tecnología de alimentos.
- Los tres tipos de grupos encontrados (consolidados, emergentes y fugaces) se distribuyen los resultados de su participación en los Proyectos de I+D de manera muy heterogénea, ajustándose a la Ley de Pareto de distribución "80/20" indicada en el punto 3.1 y que ahora se observa en los resultados alcanzados con este instrumento. En consecuencia, las distribuciones de dichos resultados nunca se pueden ajustar a una normal y, por lo tanto, el uso de la media como estadístico, conducirá a un error de interpretación.
- Otro resultado destacable es el referido a la aplicabilidad de los resultados (Cuadro 13). Se ha puesto de manifiesto un exceso de optimismo por parte de los grupos de investigación, que se ha corroborado en la posterior ausencia de participación de dichos grupos en el PNTA a través de las herramientas de interrelación y en el escaso número de patentes registradas.
- En esta misma línea, se ha mostrado que no existe una estrecha relación entre las demandas de investigación realizadas por la industria de la alimentación y los intereses investigadores de los grupos, puesto de manifiesto en las diferencias de Objetivos Científico-Técnicos que se solicitan por los primeros en los Proyectos Concertados, y por los segundos en los Proyectos de I+D y Acciones PETRI (Cuadro 17).
- Por último, se ha mostrado o, mejor dicho, ha resultado imposible mostrar, de manera agregada, cualquier traza de articulación fomentada por el PNTA sobre el Sistema de Innovación Alimentario en España: se ha puesto de manifiesto la falta de relación entre los tres instrumentos

analizados por medio del análisis factorial, con el que sólo se han logrado extraer factores caracterizados, cada uno de ellos, por un tipo concreto de las actividades analizadas, sin que se haya encontrado ninguna variable que las vincule entre sí.

Por todos estos motivos resulta fundamental comenzar a realizar una gestión del PNTA diferenciada, en función de las características de los grupos de investigación, de forma que ello ayude a los diferentes grupos detectados. Por una parte, les permita mantener la posición a aquellos grupos que muestran claramente estar consolidados y conocer el sistema de innovación. En segundo lugar, ayude a crecer a aquellos grupos que muestran señales de introducirse en el sistema, de manera que se les facilite el acceso a los diferentes instrumentos y se les permita y se valore su participación en actividades cooperativas con empresas de la Industria de la Alimentación. Y, por último, que se oriente a aquellos grupos fugaces a dirigir correctamente sus solicitudes de proyectos hacia el Programa del Plan Nacional más adecuado a su área científica. El actual régimen de concesión de ayudas permite la participación en el PNTA de cualquier grupo de investigación que posea un currículum de grupo suficientemente atractivo y que pueda elaborar una propuesta de proyecto correcta. Este tipo de situaciones son las que se deben evitar proporcionando una gestión más eficiente del PNTA, tanto en la forma en que se tramitan y evalúan las propuestas de proyectos como en la forma en que se lleva a cabo el posterior seguimiento de los resultados obtenidos con dichas ayudas.

En consecuencia, del análisis agregado del PNTA, en relación con su capacidad de fomentar articulación, se deduce que ésta ha sido débil y que ha contribuido poco a la consolidación de un sistema de innovación alimentario. El número de Acciones PETRI y de Proyectos Concertados es indicativo de la importancia otorgada por los entorno científico y productivo a las herramientas de interrelación (57 y 109, respectivamente para un total de 441 Proyectos de I+D). Por otro lado, el número de empresas participantes en el PNTA (111 empresas diferentes) sobre el total de empresas de la IABT española (38.996 en 1995) es expresivo del escaso, por no decir nulo conocimiento que existe en dicha industria de una política que ayuda a fomentar la participación de éstas en actividades de I+D e innovación. Por dicho motivo, ha resultado imprescindible descender al nivel de detalle de la institución e incluso del grupo de investigación para poder apreciar si, de manera casi particular, se ha producido un cierto acercamiento entre ambos entornos. Para ello, se ha incorporado en el análisis, la información procedente de los contratos bilaterales firmados por los grupos de investigación con las empresas.

Cuando se realiza un análisis más en profundidad, una primera conclusión que se puede extraer es la necesidad de abarcar otro tipo de información para poder ofrecer una respuesta a la pregunta de si se ha fomentado la articulación del sistema de innovación: en concreto, se recurre a los contratos bilaterales para poder establecer una línea de actuación de los grupos de investigación.

- En primer lugar se ha observado que no existe una política interna de las instituciones que han tomado parte en el PNTA por favorecer la relación entre sus grupos de investigación y las empresas, sino que los mecanismos más habituales por los que se establecen los contratos son más el interés personal del grupo o del líder de un grupo de investigación o la necesidad de la empresa cuando se le plantea un problema. Este hecho se ha puesto de manifiesto a través de las entrevistas a los grupos de investigación del CSIC, entre los que se encuentra una mayor propensión a colaborar con las empresas si la edad media de sus miembros es más elevada.
- Aún así, una vez que surge el incentivo a establecer una relación, la canalización de ese deseo se ve favorecido por el papel desempeñado por la estructura de interrelación. Se ha comprobado como la participación del CTT en el diseño de acuerdos específicos entre un grupo de investigación de la UPV y una empresa ha proporcionado posteriores relaciones que, de no haber existido dicha mediación, quizás jamás se hubieran producido.
- En aquellos grupos que, por el contrario, no han sentido la necesidad de establecer lazos con la IABT, se podría pensar que el PNTA ha servido para consolidar su situación de grupo de investigación dentro del área. En este sentido tampoco es posible encontrar un patrón común de comportamiento ya que son, precisamente los grupos consolidados entre los que aparecen formas de colaboración con empresas plasmadas en el establecimiento de contratos bilaterales. Por el contrario, algunos grupos del CSIC (con vocación claramente investigadora) no han mostrado siquiera un mayor incremento en la producción científica, ya que muestran indicadores de productividad inferiores a los de las universidades (Gráfico 25).

En cualquier caso, las situaciones en las que se observa un cierto nivel de relación entre un grupo de investigación y una empresa, se comprueba que dicha relación es puntual y no hay un interés claramente manifestado por ninguno de los dos agentes a que la relación se consolide en el tiempo. Que es preciso facilitar la colaboración entre ambos tipos de agentes para poder llegar a hablar tan siquiera de red lagunar (siguiendo la tipología de Callon), lo cual parece lógico, ya que los intereses de cada uno de estos agentes son claramente diferentes: en el primer caso, el principal interés (y cada vez más) es el de generar publicaciones, y en el segundo el de obtener un beneficio empresarial. En consecuencia, es preciso un cambio en la mentalidad de ambos para lograr establecer una “zona de coincidencia” de intereses: en las empresas es preciso introducir el conocimiento y la tecnología en su estrategia de negocio y en los grupos de investigación es necesario concienciarlos sobre el interés por el desarrollo económico del territorio y de diversificar las fuentes de financiación a las que pueden acudir.

Por ello, otro tipo de medidas, que bien podrían estar impulsadas desde el propio PNTA, y que ayudarían a fortalecer esa incipiente relación consistirían en fortalecer el papel de las estructuras de interrelación e incrementar el apoyo a los grupos de investigación por parte de la estructura de gestión del propio PNTA. Medidas todas ellas que, lógicamente pasan por una concienciación de los poderes públicos de dotar a dichas estructuras de recursos humanos y financieros en consonancia con la tarea que se les supone y se les encomienda.

Por último hay que tener presente la idiosincrasia de los grupos de investigación. La tradición nos muestra que la investigación se ha llevado a cabo de manera aislada, circunscrita a los muros del centro, sin necesidad de acudir a las empresas en busca de objetivos en los que centrar un determinado proyecto. Este hecho no es algo obvio y que podamos pasar por alto, sino que la gestión de un programa público que trata de fomentar la colaboración debe tenerlo presente para diseñar un conjunto de herramientas que redirija este comportamiento hacia un fomento activo de la colaboración. En concreto, los actuales métodos de evaluación de la actividad investigadora, fomentan básicamente este comportamiento individualista: una evaluación del investigador basada en su capacidad por generar publicaciones de nivel internacional sin considerar un baremo adicional, relacionado con la realización de actividades conjuntas entre el investigador (y su grupo) con empresas, o la posibilidad de resolver problemas en las empresas o de crear redes de cooperación, ciertamente no ayuda a concienciar a los grupos de investigación de la importancia de articular un sistema de innovación.

Como conclusión final se puede decir que la participación del PNTA en el fomento de la articulación del Sistema de Innovación Alimentario español aún dista mucho de ser clave en dicho proceso. Son más las medidas realizadas a título personal por grupos de investigación y empresas, apoyadas, eso sí, por estructuras de interrelación que entienden la importancia de articular el sistema, lo que ha permitido en casos muy concretos y bajo situaciones muy particulares, establecer vínculos entre ambos entornos, sin que, en ningún caso, se pueda hablar de un sistema articulado con redes, tal y como son entendidas por Callon. Para lograr un cambio más profundo y duradero entre los agentes que participan en el PNTA es preciso, en primer lugar, establecer una gestión del Programa coherente con los objetivos que plantea, teniendo presente que objetivos de carácter estructural como el aquí analizado, requiere de un cierto período de tiempo más prolongado que la vigencia de un Plan Nacional para poderse entrever un cierto grado de ejecución y cumplimiento. En segundo lugar se precisa diseñar unas herramientas adecuadas a los objetivos perseguidos y dar a conocer claramente a los diferentes agentes, los beneficios que puede reportarles el participar activamente con esas herramientas. Para ello, es preciso un conocimiento profundo de las características del entorno científico y del sector y el diseño conjunto de la política para poder establecer una conexión real entre la oferta que se puede realizar desde los grupos de investigación con las demandas reales que plantean las empresas de la Industria de la Alimentación, Bebidas y Tabaco, ejercicio éste difícil que requiere de un cambio cultural por ambas partes y que, por los resultados en esta tesis mostrados, no se puede decir que se ha alcanzado para el caso del Sistema de Innovación Alimentario de España.

BIBLIOGRAFÍA

Ackoff, R. (1974) *Redesigning the future*. Chicago: John Wiley.

Acosta, J. y Modrego, A. (2001). "Public Financing of Cooperative R&D projects in Spain: the Concerted Projects under the National R&D Plan". Research Policy. Vol.30. pp. 625-641.

Aghion, P. y Howitt, P. (1999) *Endogenous growth theory*. Cambridge, London: The MIT Press.

Albaek, E. (1995) Policy Evaluation: Design and Utilization, en: Rist, R. (Ed.). *Policy Evaluation*. Cambridge: Edward Elgar Publishing Limited. pp.5-18.

Andersen, E.S. y Lundvall, B.Å. (1988) Small National Systems of Innovation facing technological revolution: an analytical framework, en: Freeman C. y Lundvall, B.Å. (Eds.). *Small Countries Facing the Technological Revolution*". London: Pinter Publishers, pp. 9-36.

Andersson, T. (1998), "Managing a Systems approach to Technology and Innovation Policy". STI Review. No. 22, pp. 9-29.

Arocena, R. y Sutz, J. (2000). "Looking into National Systems of Innovation from the South". Industry and Innovation. Vol.7, nº 1. pp. 55-75.

Arrow, K. y Debreu, G. (1954). "Existence of an equilibrium for a Competitive Economy". Econometrica. Vol.22. pp. 265-290.

Arrow, K. (1962) Economic welfare and the allocation of resources for inventions, en: Nelson, R. (Ed.). *The rate and direction of inventive activity: economic and social factor*. Princeton: Princeton University Press and NBER.

- Arundel, A. y Bordoy, C. (2002) In-house versus ex-house: the sourcing of knowledge for innovation, en: de la Mothe, J. y Link, A. (Eds.). *Networks, alliances and partnerships in the innovation process*. Boston: Kluwer Academic. pp. 67-87.
- Autio, E. (1998). "Evaluation of RTD in Regional Systems of Innovation". European Planning Studies. Vol.6, nº 2. pp. 131-140.
- Avermaete, T. (2002). "Systems of Innovation: the case of small food firms in the EU". Druid Winter Conference-2002.
- Avermaete, T.; Viaene, J.; Morgan, E.J. y Crawford, N. (2003). "Determinants of Innovation in Small Food Firms". European Journal of Innovation Management. Vol.6, nº 1. pp. 8-17.
- Bach, L.; Ledoux, M. J. y Matt, M. (2002a) *Evaluation of the BRITE/EURAM Programme*, en: Shapira, P. y Kuhlmann, S. *Proceeding for the 2000 U.S.-European Workshop on Learning from Science and Technology Policy Evaluation*. Bad Herrenalb, Germany. Atlanta y Karlsruhe: Georgia Tech Research Corporation and the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
- Bach, L., Cohendet, P. y Schenk, E. (2002b). "Technological transfers from the European Space programmes : a dynamic view and a comparison with other R&D projects". Journal of Technology Transfer. Vol.27, nº 4. pp. 321-338.
- Bach, L.; Cohendet, P. y Ledoux, M.J. (1995). "The evaluation of big R&D projects: a comparison between the case of the BRITE/EURAM projects and the case of the space projects". International Journal of Technology Management. Special Issue on Evaluation of Research and Innovation, Vol.10, nº 4/5/6.
- Bach, L. y Lambert, G. (1992): "Evaluation of the economic effects of large R&D programmes: the case of the European space programme". Research Evaluation. Vol.2, nº 1. pp. 17-26.
- Badawy, M. (1995) *Temas de Gestión de la Innovación para Científicos e Ingenieros*. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- Bailetti, A.J. y Callahan, J.R. (1993). "Assessing the impact of University interactions on an R&D Organization". R&D Management. Vol.22, nº 2. pp. 145-156.
- Ballart, X. (1992) *¿Cómo evaluar programas y servicios públicos? Aproximación sistemática y estudios de caso*. Madrid: Ministerio para las Administraciones Públicas.

- Bamberger, M. (1989). "The Monitoring and Evaluation of Public Sector Programs in Asia: why are Development Programs Monitored but not Evaluated?". Evaluation Review. Vol.13, nº 3. pp. 223-242.
- Becher, G. y Kuhlmann, S. (1995) *Evaluation of Technology Policy Programmes in Germany*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Becher, T. (1989) *Academic Tribes and Territories. Intellectual Enquiry and the Cultures of Disciplines*. Buckingham: The Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Bellet, M. y Kirat, T. (1996). "Technology Policies: Foundations and Rationale of their Territorialization". 26/August/1996. Zurich.
- Belussi, F. y Arcangeli, F. (1998). "A typology of networks: flexible and evolutionary firms ". Research Policy. Vol.27. pp. 415-428.
- Berk, R. y Rossi, P. (1990) *Thinking about Program Evaluation*. Newbury Park: Sage Publications.
- Bertalanffy, L.; Ross Ashby, W. y Weinberg, G. M. (1978) *Tendencias en la Teoría General de Sistemas*. Madrid: Alianza Universidad.
- Boggio, G. y Spachis-Papazois, E. (1984). "Evaluation of Research and Development. Methodologies for R&D Evaluation in the European Community Member States, The United States and Japan". October/1983. Dordrecht, Boston, Lancaster: D. Reidel Publishing Company.
- Bonaccorsi, A. y Piccaluga, A. (1994). "A theoretical framework for the evaluation of University-Industry relationships". R&D Management. Vol.24, nº 3. pp. 229-247.
- Bozeman, B. y Kingsley, G. (1997). "R&D Value Mapping: a new Approach to Case Study-Based Evaluation". Journal of Technology Transfer. Vol.22, nº 2. pp. 33-42.
- Bozeman, B. y Kingsley, G. (1997). "The Research Value Mapping Approach to R&D assessment". Journal of Technology Transfer. Vol.22, nº 2. pp. 33-42.
- Bozeman, B. y Rogers, J.D. (1998) *Strategic management of Government-sponsored R&D portfolios: lessons from Office of Basic Energy Science Projects*. Atlanta: Georgia Tech Institute.

- Bozeman, B., Dietz, J., y Gaughan, M. (2001) "Scientific and Technical Human Capital: an Alternative Model of Research Evaluation". International Journal of Technology Management. Vol.22, nº (7/8). pp. 716-740.
- Bozeman, B.; Rogers, J.D. y Chompalov, I. (2001) "Obstacles and Opportunities in the Application of Network Analysis to the Evaluation of R&D". Research Evaluation. Vol.10, nº 3. pp. 161-172.
- Brown, M. (1995) *Cost-Benefit Analysis of large scale S&T projects: notes on some methodological issues*. París: OECD.
- Buisseret, T.J.; Cameron, H.M. y Georghiou, L. (1995). "What difference does it make? Adicionality in the Public support of R&D in large firms". International Journal of Technology Management. Vol.10, nº (4/5/6). pp. 587-600.
- Callon, M.; Laredo, P. y Rabeharisoa, V. (1992). "The Management and Evaluation of Technological Programmes and the Dynamics of Techno-Economic Networks: the Case of the AFME". Research Policy. Vol.21, nº 3. pp. 215-236.
- Callon, M.; Larédo, P. y Mustar, P. (1997) Techno-economic Networks and the Analysis of Structural Effects, en: Callon, M., Larédo, P., y Mustar, P. (Eds.). *The Strategic Management of Research and Technology. Evaluation of Programmes*. París: Economica International. pp.385-429.
- Callon, M.; Laredo, P. y Mustar, P. (1997) *The Strategic Management of Research and Technology. Evaluation of Programmes*. París: Economica International.
- Caloghirou, Y.; Vonortas, N. y Tsakanikas, A. (2000). "University-Industry cooperation in Research and Development". *Organizational Issues in University Technology Transfer 9/June/2000*. Inianapolis: Krannert School of Management, Purdue University.
- Cantwell, J. (1997). The globalisation of technology: What remains of the product cycle model? En: Archibugi, D. y Michie, J. (Eds.). *Technology, Globalisation and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Capron, H.; Cincera, M. y Rojo, J. (2004) Macroeconomic RTD Evaluation Methodologies, en: Rojo, J. y Polt, W. (Eds.). *Handbook on the Evaluation of Research and Technology Policies. Concepts, tools and indicators*. Cambridge: Edward Elgar.

- Carlaw, K. y Lipsey, R. (2002). "Externalities, Technological Complementarities and Sustained Economic Growth". Research Policy. Vol. 31, nº 8-9. pp. 1305-1315.
- Castro, E.; Fernández de Lucio, I.; Gutiérrez, A. y Añón, M.J. (2001). Dinamización en la cooperación Investigación-Empresa: desarrollo conceptual y aplicaciones". Mexico D.F.: ALTEC'2001.
- Chelmsky, E. (1985) *Program Evaluation: Patterns and Directions*. Washington D.C.: American Society for Public Administration.
- Chelmsky, E. (1997) *Evaluation for the 21st Century: a Handbook*. California and London: SAGE Publications.
- Christensen, J.; Rama, R. y von Tunzelmann, N. (1996). "Industry studies of innovation using CIS data", en: European Commission (Eds.). *Study on Innovation in the European Food Products and Beverage Industry*. EIMS/SPRINT, Brussels: European Commission.
- CICYT (1987) *Programa Nacional de Tecnología de Alimentos*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- CICYT (1988) *Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- CICYT (1991) *Memoria del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico en el período 1988-1990*. Madrid: CICYT.
- CICYT (1993) *Memoria de Actividades del Plan Nacional de I+D durante 1991, resumen del cuatrienio 1988-1991 y perspectivas futuras*. Madrid: CICYT.
- CICYT (1996) *III Plan Nacional de I+D. 1996-1999*. Madrid: CICYT.
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1996) Technological Paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap, en: Dopfer, K. (Ed.). *The global dymension of economic evolution. Knowledge variety and diffusion in economic growth and development*. Heidelberg: Physica-Verlag. pp.63-88.
- Coase, R.H. (1937). "The nature of the Firm". Economica. Vol.4. pp. 386-405.
- Cohen, W. y Levinthal, D.A. (1989). "Innovation and Learning: the two faces of R&D". Economic Journal. Vol.99. pp. 569-596.

- Cohen, W. y Levinthal, D.A. (1990). "Absorptive Capacity: a new Perspective on Learning and Innovation". Administrative Science Quarterly. Vol.35. pp. 128-152.
- Cohendet, P.; Llerena, P.; Stahn, H. y Umbhauer, G. (1998) *The Economics of networks: interactions and behaviors*. Springer-Verlag.
- Conesa, F. (1997) Las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación en el Sistema Español de Innovación. Tesis doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Congreso de los Diputados (1986) Ley 13/1986 de 14 de abril sobre el Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica .
- Coombs, R.; Richards, A.; Paolo, P. y Walsh, V. (1996) *Technological collaboration. The dynamics of cooperation in industrial innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Coursey, D. y Bozeman, B. (1989) A typology of Industry-Government laboratory Cooperative research: implications for Government laboratory policies and competitiveness, en: Link, A. y Tassej, G. (Eds.). *Cooperative Research and Development: the Industry-University-Government relationship*. Boston: Kluwer Academic Publishers, pp.3-21.
- Cowan, R. (1990). "Nuclear Power Reactors: a Study of Technological Lock-in". Journal of Economic History. Vol.50. pp. 541-566.
- Cowan, R. y Foray, D. (1997). "The economics of codification and the diffusion of knowledge". Industrial and Corporate Change. Vol.6. pp. 595-622.
- Cowan, R.; David, P. y Foray, D. (2000). "The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness". Industrial and Corporate Change. Vol. 9, nº 2. pp. 211-253.
- Cozzens, S. y Turpin. T. (2000). "Special Issue on Evaluating and Monitoring research from Higher Education". Research Evaluation. Vol.9, pp.5-75
- Criado, E.; González, J. y Durán, A. (1993). "Programa Nacional de Materiales 1988-1992: una primera evaluación". Boletín De La Sociedad Española De Cerámica y Vidrio. Vol.32, nº 3. pp. 191-208.
- Crow, M. y Bozeman, B. (1998) *Limited by Design. R&D Laboratories in the US National Innovation System*. New York: Columbia University Press.

- Cuadras, C. M. (1981) *Métodos de análisis multivariante*. Barcelona: EUNIBAR - Editorial Universitaria de Barcelona.
- Daneke, G. A. (1990) Policy Evaluation in an Evolving World: toward an Advanced Systems Perspective, en: Nagel, S. (Ed.). *Policy Theory and Policy Evaluation. Concepts, Knowledge, Causes and Norms*. New York, Westport, Connecticut, London: Greenwood Press. pp.43-59.
- Dasgupta, P. (1987) The Economic Theory of Technology Policy: an introduction, en: Dasgupta, P. y Stoneman, P. (Eds.). *Economic Policy and Technological Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dasgupta, P. y David, P. (1994). "Toward a new Economics of Science". Research Policy. Vol.23, nº 5. pp. 487-521.
- David, P.; Mowery, D. y Steinmueller, W. (1988) The Economic Analysis of Payoffs from Basic Research. An examination of the case of Particle Physics Research California: Center for Economic Policy Research, Stanford University.
- David, P. (1994). "Reputation and Agency in the Historical Emergence of the institutions of "Open Science". Center of Economic Policy Research. Vol.261, nº May, Stanford.
- David, P. y Foray, D. (1995). "Assessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base". STI Review, nº 16. pp. 14-68.
- De Brandt, J. y Foray, D. (1991). *L'Évaluation Économique de la Recherche et du Changement Technique*. Paris : Éditions du CNRS.
- De Bresson, C. y Amesse ,F. (1991). "Networks of innovators. A review and introduction to the issue". Research Policy. Vol.20. pp. 363-379.
- de Rus, G. (2001) *Análisis Coste-Beneficio*. Barcelona: Ariel Economía.
- den Hertog, P.; Roelandt, T.; Boekholt, P. y van der Gaag, H. (1995) Assessing the Distribution Power of National Innovation Systems. Pilot Study: the Netherlands. Apeldoorn: TNO.
- Díez-López, M. A. (2002). "Evaluating New Regional Policies: reviewing the Theory and Practice". Evaluation. Vol.8, nº 3. pp. 285-305.

- Díez López, M. A. (2001) *La Evaluación de la Política Regional: propuestas para evaluar las nuevas Políticas Regionales*. Tesis doctoral. Vizcaya: Universidad del País Vasco. Servicio Editorial.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (1988) *Technical Change and Economic Theory*. London and New York: Pinter.
- Edquist, C. (1997) *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London: Printer Publishers.
- Edquist, C. (1997) Systems of Innovation Approaches. Their Emergence and Characteristics, en: Edquist, C. (Ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London: Printer Publishers. pp.1-29.
- Erno-Kjohede, E. (2001) *Managing Collaborative Research. Unveiling the microdynamics of the European triple helix*. Copenhagen: Copenhagen Business School Press.
- Espinosa de los Monteros, J., Martínez, F., Toribio, M., y Muñoz, E. (1994) *El Programa Nacional de Nuevos Materiales en el período 1988-1992. Su Evaluación mediante una Metodología Dual*. Documento de trabajo 94-10 Madrid: IESA.
- Espinosa de los Monteros, J., Muñoz, E., y Larraga, V. (1994) *Una Valoración de la Investigación en Biomedicina y Salud en España. El Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS) durante el período 1990-1993*. Documento de trabajo 94-08. Madrid: IESA.
- Espinosa de los Monteros, J., Martínez, F., Toribio, M., Muñoz, E., y Larraga, V. (1995a) *El Programa Nacional de Salud durante el Período 1989-1993. Una Evaluación mediante Metodología Dual*. Documento de trabajo 95-09. Madrid: IESA.
- Espinosa de los Monteros, J., Martínez, F., Toribio, M., Muñoz, E., y Larraga, V. (1995b) *El Programa Nacional de Investigación y Desarrollo Farmacéutico durante el período 1988-1993. Una Evaluación mediante Metodología Dual*. Documento de trabajo 95-08. Madrid: IESA.
- Esteban, M. y Echevarría, C. (1998) *Metodologías y Procedimientos de Evaluación. El caso de la Política Industrial y Tecnológica*. Bilbao: Servicio Editorial Universidad del País Vasco.
- ETAN Expert Working Group (1999) Options and limits for assessing the socio-economic impact of European RTD programmes Brussels: EU-DG XII; Programme Evaluation Unit.

- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations". Research Policy. Vol.29. pp. 109-123.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2001) *Universities and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London, New York: Continuum.
- European Commission (2003) *Improving the Effectiveness of Public Support Mechanisms for Private Sector Research and Development*. Belgium: European Communities.
- European Commission. Joint Research Centre (2004). "RTD Evaluation Toolbox: Assessing the Socio-Economic Impact of RTD Policies". <http://epub.jrc.es/evaluationtoolbox/start.swf>. European Commission.
- European Parliament (1998) Decision no. /98/EC of the European Parliament and the Council concerning to the Fifth Framework Programme of the European Community for Research, Technological Development and Demonstration Activities (1998 to 2002) EC Treaty.
- Feller, I. (2002). "Performance measurement redux". American Journal of Evaluation. Vol.23, nº 4. pp. 435-452.
- Feller, I. (2001). "The academic policy analyst as reporter: the who, what,... and how of evaluating science and technology programmes". Atlanta; Karlsruhe: Georgia Tech Research Corporation and the Fraunhofer Institute for Systems and Innovations Research.
- Fernández de Lucio, I. y Castro, E. (1995). "La nueva política de articulación del sistema de innovación en España". VI Seminario Latinoiberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC'95. Concepción.
- Fernández de Lucio, I. y Conesa, F. (1996) *Estructuras de Interfaz en el Sistema Español de Innovación. Su papel en la Difusión de Tecnología*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Fernández de Lucio, I.; Jiménez, F.; Azagra, J.; Castro, E. y Gutiérrez, A. (1999). "Una Primera Aproximación de la Contribución del Programa Nacional de Tecnología de Alimentos a la Articulación del Sistema Alimentario Español". 27/October/1999. Valencia: Revista Valenciana d'Estudis Autònoms.
- Fernández de Lucio, I.; Gutiérrez, A.; Azagra, J. y Jiménez, F. (2000). "El Sistema Valenciano de Innovación en el Inicio del Siglo XXI". Revista Valenciana D'Estudis Autònoms. Vol.30. pp. 7-64.

- Fernández de Lucio, I., Jiménez, F., Castro, E., y Gutiérrez, A. (2003) The evaluation of the National Food Technology Programme: the articulation of the Spanish food innovation system. International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology. Vol. 2, nos. 3/4. pp. 343-359. In co-edition with International Journal of Technology Management.
- Fontana, R.; Geuna, A. y Matt, M. (2004) Firm size and openness: the driving forces of University-Industry collaboration, en: Caloghirou, Y., Constanterlou, A., y Vonortas, N. (Eds.). *Knowledge flows in European industry: mechanisms and policy implications*. London: Routledge.
- Fontela, E.; Pulido, A.; Sánchez, P. y Vicéns, J. (1992) *Evaluación de la Actuación del CDTI en Apoyo a la I+D*. Madrid: CDTI.
- Foray, D. y Lundvall, B. A. (1996) *Employment and growth in the knowledge based society*. Paris: OECD.
- Fornahl, D. y Brenner, T. (2003) *Cooperation, networks and institutions in Regional Innovation Systems*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Freeman, C. (1974) *The Economics of Industrial Innovation*. Hermondsworth: Penguin.
- Freeman, C. (1977) Economics of research and development, en: Spiegel-Rosing, I. y De Solla Price, D. (Eds.). *Science, technology and society: a cross-disciplinary perspective*. London: Sage Publications
- Freeman, C. (1987) *Technology Policy and Economic Performance. Lessons from Japan*. London: Printer Publishers.
- Freeman, C. (1991). "Networks of innovators: a synthesis of research issues". Research Policy. Vol.20. pp. 499-514.
- Freeman, C. (1995). "The National System of Innovation in Historical Perspective". Cambridge Journal of Economics. Vol.19, nº 1. pp. 5-24.
- Freeman, C. (2002). "Continental, National and Sub-National Innovations Systems - Complementarity and Economic Growth". Research Policy. Vol.31. pp. 191-211.
- Fritsch, M. (2001) Innovation by networking: an economic perspective, en: Koschatzky, K., Kulicke, M., y Zenker, A. (Eds.). *Innovation networks: concepts and challenges in the European perspective*. Heidelberg: Physica-Verlag. pp.25-34.

- Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (1997) *Documento para el Debate sobre el Sistema Español de Innovación*. Madrid: COTEC.
- Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (1998) *El Sistema Español de Innovación. Diagnósticos y Recomendaciones*. Madrid: COTEC.
- Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (2001) *Documento para el Debate sobre el Sistema Valenciano de Innovación*. Madrid: COTEC.
- Gabinete de Estudios de la Presidencia (1984) *La Investigación Alimentaria en España: contribución del CSIC*. Madrid: CSIC.
- Gabinete de Estudios de la Presidencia (1987) *Programa Movilizador de CSIC en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Madrid: CSIC.
- Gambardella, A. (1992). "Competitive Advantages form In-House Scientific Research: the US Pharmaceutical Industry in the 1980s". Research Policy. Vol.21. pp. 391-401.
- Geisler, E. y Rubenstein, A. H. (1989) University-Industry relations: a review of major issues, en: Link, A. y Tassej, G. (Eds.). *Cooperative Research and Development: the industry-university-government relationship*. Boston: Kluwer Academic Press. pp.43-64.
- Georghiou, L. y Meyer-Krahmer, F. (1992). "Evaluation of Socio-Economic Effects of European Community R&D Programmes in the SPEAR Network". Research Evaluation. Vol.2, nº 1. pp. 5-15.
- Georghiou, L. (1994) *Impact of the Framework Programme on European Industry*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Georghiou, L. (1998). "Global cooperation in research". Research Policy. Vol.27. pp. 611-626 .
- Georghiou, L. y Roessner, D. (2000). "Evaluating Technology Programs: Tools and Methods". Research Policy. Vol.29. pp. 657-678.
- Gibbons, M. y Georghiou, L. (1987) *Evaluation of Research. A Selection of Current Practices*. Paris: OECD .

- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P. y Trow, M. (1994) *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications.
- Goldenberg, E. (1983). "The three faces of evaluation". Journal of Policy Analysis and Management. Vol.2. pp. 515-525.
- González, A. y Rodríguez, R. (1995). "Conocimiento Científico y Poder en la España Ilustrada: hacia la Supremacía Comercial a través de la Botánica Medicinal". Revista Española de Historia de las Ciencias de la Naturaleza y de la Tecnología. Vol.1, nº 2.
- Goodwin, M. y Johnston, R. (1999). "The place of Absorptive Capacity in National Innovation Systems: the case of Australia". Science and Public Policy. Vol.26, nº 2. pp. 83-90.
- Gómez-Uranga, M. y Olazarán, M. (2001) *Sistemas Regionales de Innovación*. Bilbao: S.P. Universidad del País Vasco.
- Granovetter, M. (1973). "The strength of weak ties". American Journal of Sociology. Vol.78. pp. 1360-1380.
- Granovetter, M. (1982) The strength of weak ties. A network theory revisited, en: Marsden, P. V. y Lin, N. (Eds.). *Social structure and network analysis*. Beverly Hills: Sage. pp.105-130.
- Gray, D. (2000). "Government-sponsored industry-university cooperative research: an analysis of cooperative research center evaluation approaches". Research Evaluation. Vol.9, nº 1. pp. 57-67.
- Griliches, Z. (1992). "The search for R&D spillovers". Scandinavian Journal of Economics. Vol.94 (suplemento). pp. 29-47.
- Grupp, H.; Schmoch, U. y Kuntze, U. (1995) New technology indicators for the evaluation of research and development programmes, en: Becher, G. y Kuhlmann, S. (Eds.). *Evaluation of technology programmes in Germany*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. pp.243-284.
- Guba, E. G. y Lincoln, Y. S. (1989) *Fourth Generation Evaluation*. Newbury Park, CA.: SAGE Publications.
- Guthrie, J. (1991). "The World's New Political Economy in Politicizing Educational Evaluation". Educational Evaluation and Policy Analysis. Vol.13, nº 3. pp. 309-321.

- Heeley, M. (1997). "Appropriating Rents from External Knowledge: the Impact of the Absorptive Capacity on Firm Sales Growth and Research Productivity". Frontiers of Entrepreneurship Research. Babson Park, MA: Babson College.
- Hicks, D. y Katz, S. (1996). "Where is Science going?". Science, Technology & Human Values. Vol.21, nº 4, fall. pp. 379-406 .
- House, E. (1980) *Evaluating with Validity*. Beverly Hills: Jossey Bass.
- Huault, C. (1998) L'Évaluation d'un Outil de Politique Publique de Soutien à la Recherche: le cas d'une aide à la recherche pour les acteurs du secteur agro-alimentaire. Tesis Doctoral. Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- INE (2000a). *Directorio Central de Empresas (DIRCE). Resultados estadísticos 2000. Tomo I, Datos de Empresas*. Madrid: INE.
- INE (2000b). *Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, 2000*. Madrid: INE.
- INE (2001). *Estadística sobre las actividades en Investigación y Desarrollo Tecnológico (I+D), 2001*. Madrid: INE.
- Jasanoff, S. (1991). "Cross-National Differences in Policy Implementation". Evaluation Review. Vol.15, nº 1. pp. 103-119.
- Jiménez-Contreras, E.; Moya-Anegón, F. y Delgado López-Cózar, E. (2002). "The evolution of Research Activity in Spain. The impact of the National Commission for the Evaluation of Research Activity (CNEAI)". Research Policy. pp. 1-20.
- Kingsley, G.; Bozeman, B. y Coker, K. (1996). "Technology transfer and absorption: an R&D Value-Mapping approach to evaluation". Research Policy. Vol.25. pp. 967-995.
- Kline, S. J. y Rosenberg, N. (1986) An Overview of Innovation, en: Landau, R. y Rosenberg, N. (Eds.). *The Positive Sum Strategy*. Washington: National Academy Press. pp. 275-306.
- Kogut, B.; Shan, W. y Walker, G. (1993) Knowledge in the network and the network as knowledge: the structuring of new industries, en: Grabher, G. (Ed.). *The embedded firm. On the socioeconomics of industrial networks*. London: Routledge. pp.67-94.

- Koschatzky, K. (2002). "Fundamento de la economía de redes. Especial enfoque a la innovación". Economía Industrial. Vol.346, nº 4. pp. 15-26.
- Lahlou, S. (1997) Measuring the Network Effects of European Stimulation/Science Programmes, en: Callon, M., Laredo, P., y Mustar, P. (Eds.). *The Strategic Management of Science and Technology. Evaluation of Programmes*. Paris: Economica International. pp. 361-383.
- Landabaso, M.; Oughton, C. y Morgan, K. (2000). "La Política Regional de Innovación en la UE en el inicio del siglo XXI". Revista Valenciana D'Estudis Autonòmics. Vol.30 . pp. 65-102.
- Larédo, P. y Mustar, P. (1996) The Technoeconomic Network: a Socioeconomic Approach to State Intervention in Innovation, en: Coombs, R., Richards, A., Saviotti, P. P., y Walsh, V. (Eds.). *Technological Collaboration. The Dynamics of Cooperation in Industrial Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar. pp.143-164.
- Leonard-Barton, D. (1995) *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Source of Innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Link, A. (1987) *Technical change and productivity growth*. New York: Harwood Academic Publishers.
- Link, A. y Tassej, G. (1989) *Cooperative Research and Development: the Industry-University-Government relationship*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Lippincott, R. y Stoker, R. (1992). "Policy Design for implementation Effectiveness: Structural Change in a Country Court System". Policy Studies Journal. Vol.20, nº 3. pp. 376-387.
- Lipsey, R. (1994). "Markets, technological change and Economic growth". The Pakistan Development Review. Vol.33, nº 4 . pp. 327-352.
- Lipsey, R. y Carlaw, K. (1998) *A Structuralist Assessment of Technology Policies - Taking Schumpeter Seriously on Policy*. Ottawa: Industry Canada Research Publications Program.
- Logsdon, J. M. y Rubin, C. B. (1985) *An overview of Federal Research Evaluation activities*. Washington, DC: National Science Foundation.
- Lotka, A.J. (1926). "The Frequency Distribution of Scientific Productivity". Journal of the Washington Academy of Sciences. Vol. 16, nº 12. pp. 317-323.

Lundvall, B.Å. (1985) *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.

Lundvall, B. Å. (1988) Innovation as an Interactive Process: from User-Producer Interaction to National Systems of Innovation, en: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., y Soete, L. (Eds.). *Technical Change and Economic Theory*. London and New York: Pinter.

Lundvall, B. Å. (1992) *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Printer Publishers.

Luukkonen, T.; Persson, O. y Sivertsen, G. (1992). "Understanding Patterns of International Scientific Communication". Science, Technology & Human Values. Vol.17, nº 1, winter. pp. 101-126.

Luukkonen, T. (1997). "Scientific Research Evaluation: a review of Methods and various contexts of their Application". Research Evaluation. Vol.17, nº 3. pp. 207-221.

Luukkonen, T. (2000). "Additionality of EU Framework Programmes". Research Policy. Vol.29. pp. 711-724.

Malerba, F. (2004) *Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.

Malerba, F. y Orsenigo, L. (2002). "Innovation and market structure in the dynamics of the pharmaceutical industry and biotechnology: towards a history-friendly model". Industrial and Corporate Change. Vol.11, nº 6. pp. 667-703.

Malerba, F. (2002). "Sectoral systems of innovation and production". Research Policy. Vol.31, nº 2. pp. 247-264.

Malerba, F. (1992). "Learning by Firms and Incremental Technical Change". The Economic Journal. Vol.102, nº413 (July). pp. 845-859.

Mansfield, E.; Rapoport, J.; Romeo, A.; Wagner, S. y Beardsley, G. (1977). "Social and Privates rates of return from Industrial Innovations". Quarterly Journal of Economics. Vol.41. pp. 221-240.

Marshall, A. (1890) *Principles of Economics: an introductory text*. Cambridge: Macmillan and Co. Ltd.

McKeon, R. y Ryan, J.A. (1989). "Evaluation of Programs Promoting Technological Innovation - The Australian Experience". Research Policy. Vol.18, nº 6. pp. 379-388.

- Meeusen, W. (2000) The Theoretical Foundations of the National Innovation System Approach, en: Capron, H. y Meeusen, W. (Eds.). *The National Innovation System of Belgium*. Heidelberg: Physica Verlag, pp.3-20.
- Melkers, J. y Roessner, D. (1997). "Politics and the political setting as an influence on evaluation activities: national research and technology policy programs in the United States and Canada". Evaluation and Program Planning. Vol.20. pp. 57-75.
- Metcalfe, J.S. y Georghiou, L. (1998). "Equilibrium and Evolutionary Foundations of Technology Policy". STI Review. Vol.22. pp. 75-98.
- Metcalfe, J.S. (2002) Equilibrium and Evolutionary Foundations of Competition and Technology Policy: new Perspectives on the Division of Labour and the Innovation Process . CRIC Working Papers series, University of Manchester.
- Meyer-Krahmer, F. (1988) Evaluation of industrial innovation policy: concepts, methods and lessons, en: Roessner, D. (Ed.). *Government Innovation Policy: Design, Implementation, Evaluation*. New York: St. Martin's Press.
- Meyer-Krahmer, F. y Montigny, P. (1989). "Evaluation of Innovation Programmes in Selected European Countries". Research Policy. Vol.18, nº 6. pp. 313-332.
- Meyer-Krahmer, F. y Schmoch, U. (1998). "Science-Based Technologies: University-Industry Intercations in four Fields". Research Policy. Vol.27. pp. 835-851.
- Molina, M. et al. (2001) *La cerveza en la antigüedad*. Sevilla: Fundación Cruzcampo.
- Mora-Valentín, E.; Montoro-Sánchez, A. y Guerras-Martín, L. (2003). "Determining factors in the success of R&D cooperative agreements between firms and research organizations". Research Policy. Vol.33, nº 1. pp. 17-40.
- Moulaert, F. y Sekia, F. (2000) Innovative Region, Social Region? An Alternative view of Regional Innovation, en: Delladetisima, P.; Hadjimichalis, C.; Hastagoglou, W. y Vaiou, D. (Eds.) *Towards a radical cultural agenda for European Cities and Regions*. Athens-Thessaloniki: Kyriakidis Brothers Publishing, pp. 337-363.

- Mowery, D. y Rosenberg, N. (1989) *Technology and the Pursuit of Economic Growth*. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press.
- Mowery, D. y Oxley, J. (1995). "Inward Technology Transfer and Competitiveness: the Role of National Innovation Systems". Cambridge Journal of Economics. Vol.19, nº 1. pp. 67-93.
- Muñoz, E. (2001). "Política científica (y tecnológica) en España: un siglo de intenciones". Ciencia al Día Internacional. Vol.4, nº 1.
- Mustar, P. y Larédo, P. (2002). "Innovation and research policy in France (1980-2000) or the disappearance of the Colbertist state". Research Policy. Vol.31. pp. 55-72.
- Nagel, S. (1990) *Policy Theory and Policy Evaluation. Concepts, Knowledge, Causes and Norms*. New York: Greenwood Press.
- Nelson, R. (1959). "The simple Economics of Basic Scientific Research". Journal of Political Economy. pp. 297-306.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Nelson, R. (1982) Government stimulus on technological progress: lessons from American history, en: Nelson, R. (Ed.). *Government and technical progress: a cross-industry analysis*. New York: Pergamon Press.
- Nelson, R. (1993) *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press.
- Nelson, R. y Nelson, K. (2002). "Technology, Institutions and Innovation Systems". Research Policy. Vol.31. pp. 265-272.
- Niosi, J.; Saviotti, P.P.; Bellon, B. y Crow, M. (1993). "National Systems of Innovation: in Search of a Workable Concept ". Technology in Society. Vol.15. pp. 207-227.
- Niosi, J. (2002). "National Systems of Innovation are "x-efficient" (and x-effective). Why some are slow learners". Research Policy. Vol.31. pp. 291-302.

- Ormala, E. (1989). "Nordic Experiences of the Evaluation of Technical Research and Development". Research Policy. Vol.18, nº 6. pp. 333-342.
- Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory". Research Policy. Vol.13, nº 6. pp. 343-373.
- Pérez, C. (1992). "Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo". El Trimestre Económico. Vol. LIX (1) Enero-Marzo, No. 233, pp. 23-64.
- Peters, T. y Waterman, R. (1982) *In search of excellence: lessons from America's best-run companies*. New York: Harper and Row.
- Polt, W. y Rojo, J. (2004) *Handbook on the evaluation of Research and Technology Policies. Concept tools and indicators*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Powell, W. (1990) Neither market nor hierarchy. Networks forms of organization, en: Cummings, L. y Staw, B. M. (Eds.). *Research in organizational behavior*. Greenwich: JAI Press. pp.295-336.
- PREST (2002). "Assessing the Socio-economic Impacts of the Framework Programme". PREST Working Papers series, June 2002. Manchester: the University of Manchester.
- Putnam, R. (1993). "The Prosperous Community: Social Capital and Public Life". The American Prospect. Vol.4 March, nº 13. pp. 35-42.
- Pyka, A. y Küppers, G. (2002) *Innovation networks. Theory and practice*. Cheltenham: Edward Elgar.
- RALE (1992) *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. Madrid: Espasa Calpe.
- Rama, R. (1999). "Industria Agroalimentaria: Innovación y Globalización". Comercio Exterior. Vol.49, nº 8. pp. 755-766.
- Rama, R. (1999). "Tasa de Beneficio e Innovación en los Grupos Estratégicos de la Industria Alimentaria Internacional". Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa. Vol.4, nº Julio-Diciembre. pp. 285-300.

- Rama, R. (2003). "Industria agroalimentaria: innovación y globalización". Congreso sobre capacitación en análisis de cadenas Agroalimentarias y Macroeconómicas/Políticas Agrícolas en América Latina. Rio de Janeiro, 14-17 diciembre, 1998.
- Ratti, R.; Bramanti, A. y Gordon, R. (1997) *The dynamics of innovative regions. The GREMI approach*. Aldershot: Ashgate.
- Rist, R. (1989). "Management Accountability: the signals sent by Auditing and Evaluation". Journal of Public Policy. Vol.9, nº 3. pp. 355-369.
- Rist, R. (1995) *Policy Evaluation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rocheftort, D. y Cobb, R. (1993). "Problem definition, Agenda access and Policy Choice". Policy Studies Journal. Vol.21, nº 1. pp. 56-71.
- Roessner, D. (1989). "Evaluating Government Innovation Programmes: Lessons from the U.S. Experience". Research Policy. Vol.18, nº 6. pp. 343-359.
- Roessner, D. (1989). "Evaluation of government innovation programs". Research Policy. Vol.18, pp.309-388
- Rojo, J. y Polt, W. (2004) *Handbook on the evaluation of Research and Technology Policies. Concepts, tools and indicators*. Cambridge: Edward Elgar.
- Romer, P. (1986). "Increasing returns and long-run growth". Journal of Political Economy . Vol.94, nº 5. pp. 1002-1037.
- Rosenberg, N. (1976) *Perspectives on technology*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1982) *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1990). "Why do companies do Basic Research (with their own money)?". Research Policy. Vol.19. pp. 165-174.
- Rossi, P. y Freeman, H. (1993) *Evaluation. A Systematic Approach*. Newbury Park: SAGE Publications.
- Samuelson, P. (1947) *Foundations of economic analysis*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Sanz, M. (1997) *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*. Madrid: Alianza Universidad.
- Saviotti, P.P. (1998). "On the dynamics of appropriability". Research Policy. Vol.26. pp. 843-856.
- Sábato, J. y Botana, N. (1968). "La Ciencia y la Tecnología en el desarrollo futuro de América Latina". Revista de la Integración. Vol.3, nº noviembre. pp. 15-36.
- Sánchez, P. (1992). "Política Científica y Tecnológica en España. La Evaluación". Economistas. Vol.55. pp. 334-337.
- Scherer, F.M. y Harhoff, D. (2000). "Technology Policy for a World of Skew-distributed outcomes". Research Policy. Vol.29. pp. 559-566.
- Schot, J. y Rip, A. (1996). "The Past and the Future of Constructive Technology Assessment". Technological Forecasting and Social Change. Vol.54. pp. 251-268.
- Scriven, M. (1973) Goal-free evaluations, en: House, E. R. (Ed.). *School evaluation: the politics and process*. Beverly Hills: McCutchan.
- Seco, M. (1998) *Diccionario de dudas y dificultades de la lengua española*. Madrid: Espasa Calpe. 10ª edición revisada y puesta al día.
- Smith, H.L.; Dickson, K. y Smith, S.L. (1991). "There are two sides to every story: innovation and collaboration within networks of large and small firms". Research Policy. Vol.20. pp. 457-468.
- Smith, K. (1997) *National Innovation Systems*. France: OECD.
- Soete, L. y Arundel, A. (1993) *An Integrated Approach to European Innovation and Technology Diffusion Policy*. Brussels, Luxemburg: Commission of the European Communities.
- Solow, R. (1956). "A contribution to the Theory of Economic Growth". Quarterly Journal of Economics. Vol.70, nº 1. pp. 65-94.
- Solow, R. (1957). "Technical change and the aggregate production function.". Review of Economics and Statistics. Vol.39. pp. 312-320.
- Stehr, N. (1994) *Knowledge Societies*. London: Sage Publications.

- Tanaka, M. (1989). "Japanese-style Evaluation Systems for R&D Projects: the MITI Experience". Research Policy. Vol.18, nº 6. pp. 361-378.
- Teece, D. (1998) *Economic Performance and the Theory of the Firm. The Selected Papers of David J. Teece*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Teubal, M. (2002). "What is the System Perspective to Innovation and Technology Policy (ITP) and how can we apply it to Developing and Newly Industrialized Economies?". Journal of Evolutionary Economics. Vol.12. pp. 233-257.
- Thulstrup, E. (1984). "Research Evaluation in Denmark". Brussels: Reidel Publishing Company.
- Tozanli, S. (1998). "Capital concentration among the food multinational enterprises and development of the world's agro-food system". International Journal of Technology Management. Vol. 16, nº 7.
- Trabada, F. (2000). "Food Technology in Spain. CDTI's and EUREKA's perspectives". Food Research International. Vol.33. pp. 299-304.
- Traill, W.B. (1997). "Globalisation in the Food Industries?" European Review of Agricultural Economics. Vol. 24, pp. 390-410.
- Traill, W.B. y Pitts, E. (1998) *Competitiveness in the Food Industry*. London: Blackie Academic & Professional.
- Traill, W.B. y Grunert, K.G. (1997) *Product and Process Innovation in the Food Industry*. London: Blackie Academic & Professional.
- Uyarra, E.; Haarich, S. y del Castillo, J. (2002). "Evaluation and New Regional Innovation Policy Practices: Lessons from the Regional Innovation Strategies (RIS)". Evaluation and EU Regional Policy Conference. 31/May/2002. Aix en Provence.
- van Raan, A. (1997). "International visibility. Science as an international enterprise". Science and Public Policy. Vol.24, nº 5, october. pp. 290-300.
- Vedung, E. (1997) *Public Policy and Program Evaluation*. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Vence, X. (1995) *Economía de la Innovación y del Cambio Tecnológico*. Mexico D.F., Madrid: Siglo Veintiuno editores.

- Waddel, P. (1994) *The role of research conferences in developing European collaboration in science and technology*. London: SEPSU policy study no. 9.
- Wegloop, P. (1995). "Linking Firm Strategy and Government Action: Toward a Resource-Based Perspective on Innovation and Technology Policy". Technology in Society. Vol.17, nº 4. pp. 413-428.
- Wellman, B. (1981) Applying Social Network Analysis to the Study of Social Support, en: Gottlieb, B. (Ed.). *Social Networks and Social Support*. Beverly Hills: Sage. pp.171-200.
- Williamson, O. (1981). "The economics of organization: the transaction cost approach". American Journal of Sociology. Vol.87. pp. 548-577.
- Williamson, O. (1985) *The economic institutions of Capitalism. Firms, markets, relational contracting*. New York: The Free Press/Macmillan.
- Williamson, O. (1989) Transaction cost economics, en: Schmalensee, R. y Willing, R. D. (Eds.). *Handbook of Industrial Organisation*. Amsterdam: Elsevier, pp.135-182.
- Yli-Renko, H.; Autio, E. y Sapienza, H. (2001). "Social Capital, Knowledge Acquisition and Competitive Advantage in Technology-Based Young Firms". Strategic Management Journal. Special Issue on Entrepreneurial Strategies and Wealth Creation in the 21st Century. Vol. 22, nos. 6/7. pp. 587-613.

ANEXOS

Anexo I: test estadístico Kolmogorov-Smirnov

Para comprobar si las distribuciones de las variables recogidas en los informes finales se ajustan a una distribución normal se ha procedido a someterlas al test de Kolmogorov-Smirnov, test no paramétrico para una muestra. De acuerdo con este test, para muestras con 35 o más valores el valor crítico al 5% de significatividad es:

$$C_{\alpha} = \frac{1,36}{\sqrt{n}}; \text{ siendo } n = n^{\circ} \text{ de observaciones y } \alpha \text{ nivel de significatividad}$$

$$\text{Para } \alpha = 10\% \quad C_{\alpha} = \frac{1,22}{\sqrt{407}} = 0,0605$$

$$\text{Para } \alpha = 5\% \quad C_{\alpha} = \frac{1,36}{\sqrt{407}} = 0,0674$$

$$\text{Para } \alpha = 1\% \quad C_{\alpha} = \frac{1,63}{\sqrt{407}} = 0,0808$$

$$\text{Si } Z_{K-S} < C_{\alpha} \text{ se acepta } H_0 \left[\text{Distribución } \sim N(\bar{X}, \sigma_x^2) \right]$$

En estas circunstancias, valores del test Kolmogorov-Smirnov superiores a C_{α} indican que se debe rechazar la hipótesis nula, H_0 y, por lo tanto, deberemos concluir que la distribución no se ajusta a una Normal. En nuestro caso, el programa SPSS ha arrojado valores Z_{K-S} (Cuadro 24) muy superiores a la cota C_{α} para las 18 variables que aparecen recogidas en los informes finales de los Proyectos de I+D. Por lo tanto podemos concluir que las distribuciones de dichas variables no se ajustan a una Normal y, en consecuencia, la media no resulta un estimador significativo del comportamiento promedio de las mismas. Se hace recomendable emplear otro tipo de estadísticos no sensibles a la forma en que se distribuye una muestra, como por ejemplo, la moda.

Cuadro 24. VALORES DEL TEST KOLMOGOROV-SMIRNOV DE BONDAD DEL AJUSTE

	Personal formado	Becarios no doctores	Becarios doctores	Tesis doctorales	Artículos nacionales	Artículos internacionales	
Número de observaciones	407	407	407	407	407	407	
Parámetros normales (a,b)	Media	3,12	0,58	0,19	1,57	1,13	5,60
	Desviación típica	2,922	1,278	0,529	1,384	2,454	6,017
Diferencias más extremas	Absoluta	0,165	0,385	0,503	0,194	0,322	0,176
	Positiva	0,165	0,385	0,503	0,194	0,317	0,164
	Negativa	-0,143	-0,325	-0,362	-0,128	-0,322	-0,176
Z_{K-S} de Kolmogorov-Smirnov	3,339	7,768	10,142	3,919	6,500	3,553	
Sig. asintót. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Artículos de divulgación nacional	Artículos de divulgación internacional	Artículos de revisión nacional	Artículos de revisión internacional	Monografías nacionales	Monografías internacionales	
Número de observaciones	407	407	407	407	407	407	
Parámetros normales (a,b)	Media	0,80	0,05	0,33	0,22	0,65	0,88
	Desviación típica	2,293	0,361	0,871	0,596	1,629	2,144
Diferencias más extremas	Absoluta	0,364	0,528	0,471	0,492	0,394	0,340
	Positiva	0,364	0,528	0,471	0,492	0,394	0,319
	Negativa	-0,363	-0,440	-0,352	-0,355	-0,345	-0,340
Z_{K-S} de Kolmogorov-Smirnov	7,340	10,644	9,510	9,934	7,956	6,858	
Sig. asintót. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Congresos nacionales	Congresos internacionales	Patentes registradas	Patentes en explotación	Patentes registradas en España	Patentes registradas en el extranjero	
Número de observaciones	407	407	407	407	407	407	
Parámetros normales (a,b)	Media	1,62	1,52	0,16	0,03	0,17	0,04
	Desviación típica	3,247	2,383	0,509	0,256	0,544	0,245
Diferencias más extremas	Absoluta	0,308	0,262	0,502	0,528	0,499	0,536
	Positiva	0,289	0,247	0,502	0,528	0,499	0,536
	Negativa	-0,308	-0,262	-0,375	-0,450	-0,376	-0,432
Z_{K-S} de Kolmogorov-Smirnov	6,223	5,279	10,129	10,643	10,064	10,810	
Sig. asintót. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Anexo II: coste de las publicaciones internacionales

Cuadro 25. COSTE DE LAS PUBLICACIONES INTERNACIONALES DERIVADAS DE LOS PROYECTOS DE I+D AGRUPADO POR TIPO DE CENTRO Y COMUNIDAD AUTÓNOMA

	ADMINISTRACIÓN AUTONÓMICA	CENTROS DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA (CIT)	CSIC	OTROS OPI	UNIVERSIDAD	Promedio de CC.AA.
ANDALUCIA			7.092,03 €		9.190,94 €	7.723,17 €
ARAGON					12.219,52 €	12.219,52 €
ASTURIAS	6.908,63 €		13.559,43 €		19.393,66 €	14.868,39 €
BALEARES			140.156,02 €		3.819,77 €	17.453,39 €
CANARIAS					16.862,80 €	16.862,80 €
CASTILLA Y LEON					17.153,04 €	17.153,04 €
CASTILLA-LA MANCHA					5.952,25 €	5.952,25 €
CATALUÑA			17.714,00 €	12.885,34 €	21.054,54 €	18.033,88 €
EXTREMADURA					36.071,24 €	36.071,24 €
GALICIA		10.776,15 €	12.092,89 €	7.097,52 €	32.196,22 €	12.070,39 €
LA RIOJA					6.941,69 €	6.941,69 €
MADRID			10.251,65 €	11.128,74 €	11.526,04 €	10.617,95 €
MURCIA			8.196,35 €		5.137,23 €	6.603,93 €
NAVARRA		28.458,78 €			12.164,48 €	18.873,90 €
PAIS VASCO					4.701,92 €	4.701,92 €
COMUNIDAD VALENCIANA		67.129,45 €	12.421,64 €	21.199,70 €	12.882,93 €	13.474,47 €
Promedio del TIPO DE CENTRO	6.908,63 €	35.454,79 €	27.685,50 €	13.077,83 €	14.204,27 €	13.726,37 €

Fuente: elaboración propia a partir de la información procedente de los Informes finales de los Proyectos de I+D.

Anexo III: productividad de los grupos de investigación en relación con las publicaciones internacionales

Cuadro 26. PRODUCTIVIDAD DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CENTRO POR COMUNIDAD AUTÓNOMA

	ADMINISTRACIÓN AUTONÓMICA	CENTROS DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA (CIT)	CSIC	OTROS OPI	UNIVERSIDAD	Promedio de CC.AA.
ANDALUCIA			0,067		0,043	0,029
ARAGON					0,063	0,063
ASTURIAS	0,750		0,278		0,095	0,068
BALEARES			0,100		3,000	0,385
CANARIAS					0,938	0,938
CASTILLA Y LEON					0,029	0,029
CASTILLA-LA MANCHA					0,415	0,415
CATALUÑA			0,456	0,118	0,031	0,025
EXTREMADURA					0,037	0,037
GALICIA		0,429	0,177	1,400	0,167	0,087
LA RIOJA					0,500	0,500
MADRID			0,030	0,429	0,024	0,014
MURCIA			0,147		0,238	0,093
NAVARRA		0,108			0,333	0,092
PAIS VASCO					0,413	0,413
COMUNIDAD VALENCIANA		0,040	0,047	1,000	0,052	0,021
Promedio del TIPO DE CENTRO	0,750	0,192	0,163	0,737	0,399	0,200

Fuente: elaboración propia a partir de la información procedente de los Informes finales de los Proyectos de I+D.

Anexo IV: publicaciones recogidas en las bases de datos del ISI y en FSTA

Cuadro 27. NÚMERO DE PUBLICACIONES RECOGIDAS EN LAS BASES DE DATOS DEL ISI (SCI) EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS Y FSTA

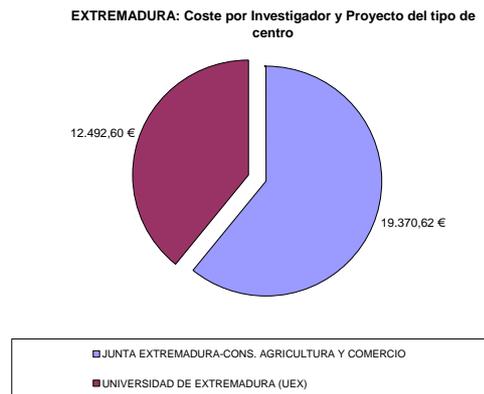
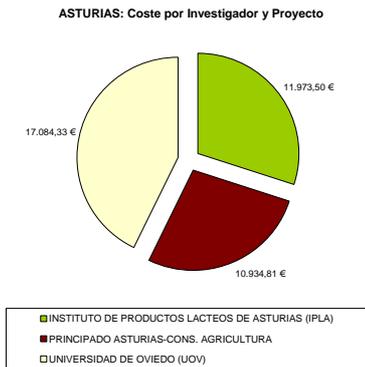
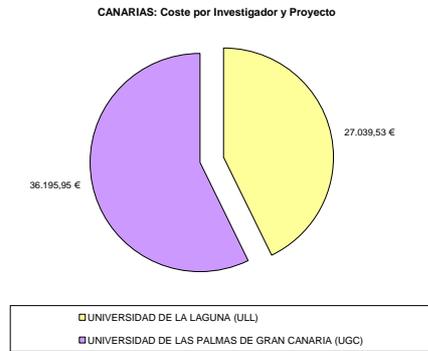
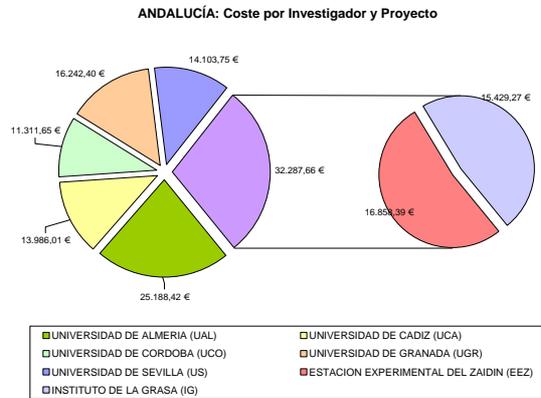
	Total FSTA	Total SCI	España FSTA	España SCI	Alemania FSTA	Alemania SCI	Francia FSTA	Francia SCI	UK FSTA	UK SCI
1984	18.453	14.541	184	282	1.179	995	463	678	869	1.553
1985	18.087	15.677	177	332	1.122	1.103	400	840	859	1.608
1986	16.045	16.055	257	457	1.075	1.076	334	819	1.174	1.733
1987	14.776	16.338	272	441	892	1.160	353	925	1.415	1.656
1988	13.786	17.573	279	516	972	1.366	452	947	1.692	1.770
1989	17.089	18.699	352	607	1.015	1.515	499	1.104	1.684	1.846
1990	14.690	19.579	267	687	1.072	1.566	504	1.203	1.214	1.919
1991	15.628	21.002	327	773	1.041	1.822	518	1.227	1.090	1.866
1992	15.862	21.960	391	960	1.177	1.922	539	1.372	1.011	1.947
1993	17.121	22.239	509	1.027	1.258	1.955	569	1.433	1.003	2.035
1994	18.037	22.562	510	1.021	1.265	1.987	637	1.528	1.203	2.011
1995	20.933	23.260	697	1.153	1.320	2.102	685	1.611	1.389	2.105
1996	22.345	25.668	809	1.276	1.538	2.201	775	1.817	1.455	2.269
1997	21.508	26.420	941	1.425	1.519	2.435	810	1.864	1.367	2.123
1998	20.303	25.983	917	1.407	1.311	2.302	751	1.772	1.365	2.228
1999	21.039	25.238	954	1.470	1.078	2.202	867	1.852	1.308	2.162
2000	20.651	25.175	968	1.450	1.072	2.045	953	1.819	1.246	2.139

Fuente: elaboración propia a partir de la información de las bases de datos

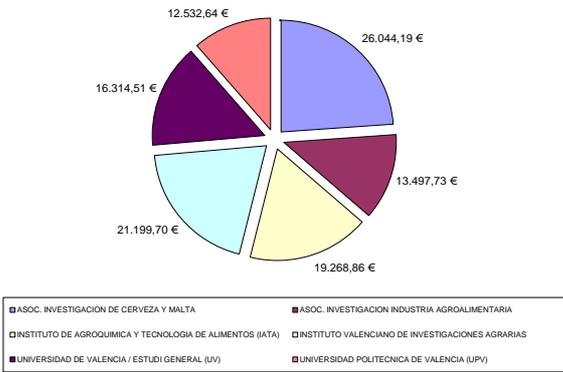
En función de esta información es posible elaborar las tasas anuales de variación tendencial que se definen del siguiente modo:

$$\text{Tasa tendencial} = \frac{\Delta Y / \Delta X}{\bar{Y}} \times 100$$

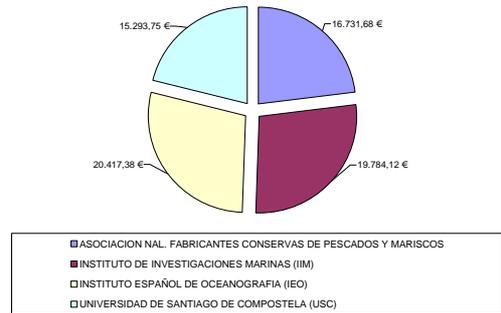
Anexo V: inversión por investigador en los diferentes centros y CC.AA.



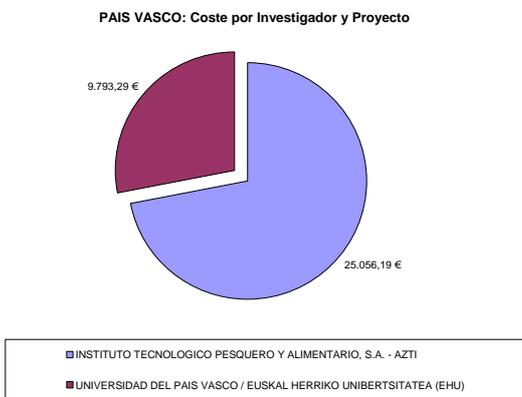
VALENCIA: Coste por Investigador y Proyecto



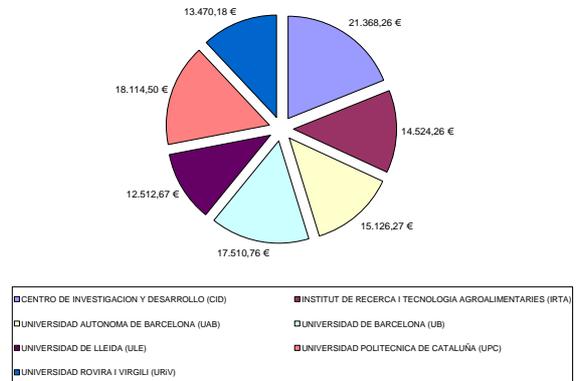
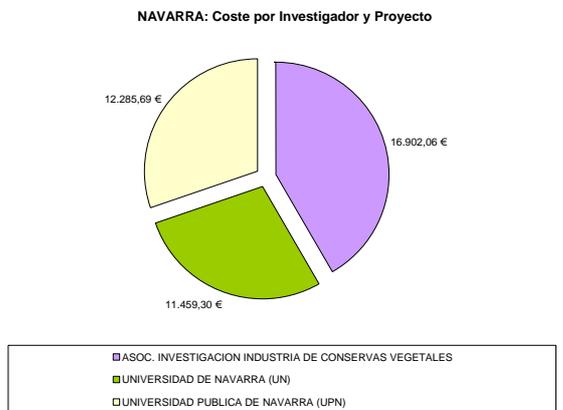
GALICIA: Coste por Investigador y Proyecto



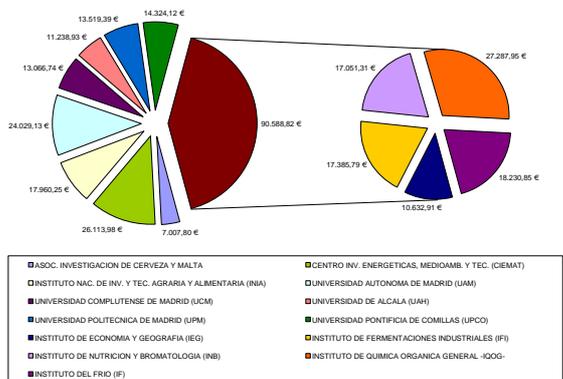
BALEARES: Coste por Investigador y Proyecto



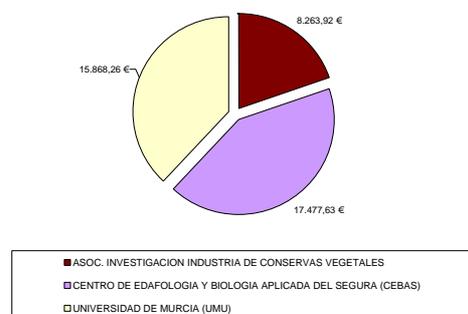
CATALUÑA: Coste por Investigador y Proyecto



MADRID: Coste por Investigador y Proyecto



MURCIA: Coste por Investigador y Proyecto



Anexo VI: clasificación homogénea de los Objetivos científico-técnicos (OBCT) de las actividades del PNTA

Objetivo 1: Modificaciones químicas y bioquímicas de los constituyentes de los alimentos en relación con la optimización de los procesos.

El nombre se corresponde con el asignado al OBCT 1 de las 4 últimas convocatorias contempladas, porque parece ser el más completo de los 3 que se emplean a lo largo del período de estudio. El código **1** sustituirá al OBCT de todos los proyectos cuyo actual OBCT sea 1 en todas las convocatorias de proyectos de I+D y Concertados.

Objetivo 2: Transformación de alimentos por procesos biotecnológicos.

El nombre se corresponde con el asignado al OBCT 2 de las convocatorias de los años, 1988, 90, 91, 92, 93, 94 y 95 y engloba al OBCT 2 de la convocatoria de 1989 “obtención de nutrientes y aditivos alimentarios”. El código **2** sustituirá al antiguo OBCT 2 de todas las convocatorias de proyectos de I+D y Concertados.

Objetivo 3: Ingeniería de procesos de transformación de alimentos.

El nombre se corresponde con el OBCT 3 asignado a las convocatorias del año 1988 y al OBCT 4 de los años 1989, 90 y 91 y engloba al OBCT 3 de los años 1992, 93, 94 y 95 “procesos de transformación de alimentos”. El código **3** sustituirá al OBCT 3 de las convocatorias de 1988, 92, 93, 94 y 95 y el OBCT 4 de los años 1989, 90 y 91 de las convocatorias de proyectos de I+D y Concertados.

Objetivo 4: Evaluación de la calidad de alimentos y materias primas.

El nombre se corresponde con el OBCT 3 asignado a las convocatorias de 1989, 90 y 91 y al OBCT 4 de las convocatorias de 1992, 93, 94 y 95. El código **4** sustituirá al OBCT 3 de las convocatorias de 1989, 90 y 91, y al OBCT 4 de las convocatorias de 1992, 93, 94 y 95 de proyectos de I+D y Concertados.

Objetivo 5: Caracterización y tipificación de alimentos.

El nombre se corresponde con el OBCT 4 asignado a la convocatoria de 1988 y al OBCT 5 de las convocatorias de 1989, 90 y 91. Este OBCT no tiene continuidad en el II

Plan Nacional por lo que imaginamos que es englobado en el objetivo 4 anteriormente mencionado. El código **5** sustituirá al OBCT 4 de la convocatoria de 1988 y al OBCT 5 de las convocatorias de 1989, 90 y 91 de proyectos de I+D y Concertados.

Objetivo 6: Toxicología alimentaria.

El nombre se corresponde con el OBCT 5 asignado a las convocatorias de los años 1988, 92, 93, 94 y 95 y el OBCT 6 de los años 1989, 90 y 91. El código **6** sustituye al OBCT 5 y OBCT 6 de los años anteriormente mencionados.

Objetivo 7: Nutrición.

El nombre se corresponde con el OBCT 6 de la convocatoria de los años 1992, 93, 94 y 95 y con el OBCT 7 de la convocatoria de los años 1989, 90 y 91, no existiendo este objetivo en la convocatoria de 1988. El código **7** sustituye a los OBCT 6 y 7 de los años mencionados anteriormente.

Objetivo 8: Estudios socioeconómicos en el sector alimentario.

El nombre se corresponde con el OBCT 6 de la convocatoria del año 1988 y con el OBCT 8 de la convocatoria de 1989, no existiendo para el resto de años del período de estudio. El código **8** sustituye a los OBCT 6 y 8 de los años anteriormente citados.

Objetivo 9: Maquinaria para la industria alimentaria.

El nombre se corresponde con el OBCT 8 de la convocatoria de proyectos Concertados exclusivamente y en el año 1991. El código **9** sustituirá el OBCT 8 anteriormente mencionado.

Objetivo 10: Proyecto integrado "aceite de oliva".

El nombre se corresponde con el OBCT 7 de la convocatoria del año 1995 y el código **10** sustituirá a ese OBCT en la clasificación homogeneizada final.

Anexo VIII: resultados del análisis factorial efectuado sobre los grupos de investigación del CSIC

Análisis 1

Matriz de correlaciones entre variables:

		Número total de Proyectos de I+D	Personal formado	Tesis doctorales	Artículos Internacionales	Patentes Registradas	Número total de Acciones PETRI	Número total de Proyectos Concertados	Número total de Contratos	Promedio EJC Proyectos de I+D	Promedio EJC Acciones PETRI	Promedio EJC Proyectos Concertados	Promedio de Edad	Subvención total Proyectos I+D	Inversión total Acciones PETRI	Inversión total Proyectos Concertados	Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	Inversión total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	Inversión total Contratos Mod. 4 (Otros)	Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	Número total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	Número total Contratos Mod. 4 (Otros)
Correlación	Número total de Proyectos de I+D	1.000	.661	.763	.726	.539	.364	.154	.452	.241	.035	-.292	-.180	.875	.355	.084	.388	.481	.223	.127	.338	.407	.332	.127
	Personal formado		1.000	.682	.674	.486	.287	.157	.254	.228	.115	-.164	-.030	.746	.297	.166	.240	.434	.222	.243	.219	.205	.239	.243
	Tesis doctorales			1.000	.726	.481	.441	.277	.265	.329	.068	-.187	-.105	.814	.382	.242	.141	.339	.350	.095	.093	.225	.407	.095
	Artículos Internacionales				1.000	.607	.611	.251	.366	.239	.157	-.137	-.183	.857	.633	.281	.402	.358	.274	.047	.397	.249	.369	.047
	Patentes Registradas					1.000	.284	.172	.218	.045	.000	-.075	-.215	.471	.229	.149	.178	.230	.079	-.064	.155	.233	.075	-.064
	Número total de Acciones PETRI						1.000	.316	.503	-.003	.459	-.071	.029	.481	.835	.269	.477	.355	.170	-.061	.502	.403	.226	-.061
	Número total de Proyectos Concertados							1.000	.497	-.291	.093	.515	.086	.221	.377	.858	.392	.454	.425	.174	.303	.473	.334	.174
	Número total de Contratos								1.000	-.303	.167	-.077	-.023	.393	.518	.329	.860	.708	.130	.042	.811	.941	.208	.042
	Promedio EJC Proyectos de I+D									1.000	.174	-.352	.039	.337	.056	-.263	-.184	-.200	.017	-.014	-.174	-.343	-.046	-.014
	Promedio EJC Acciones PETRI										1.000	-.052	.139	.141	.640	.075	.232	.054	.087	-.035	.284	.059	-.008	-.035
	Promedio EJC Proyectos Concertados											1.000	-.016	-.188	-.041	.584	-.062	-.077	.019	.077	-.055	-.098	-.047	.077
	Promedio de Edad												1.000	-.068	-.016	.000	.006	.063	.073	.052	-.047	.049	-.024	.052
	Subvención total Proyectos I+D													1.000	.500	.243	.392	.434	.263	.146	.356	.307	.356	.146
	Inversión total Acciones PETRI														1.000	.317	.602	.357	.321	-.053	.635	.348	.237	-.053

	Inversión total Proyectos Concertados														1.000	.224	.302	.268	.328	.203	.271	.249	.328	
	Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)															1.000	.547	.196	-.045	.939	.737	.119	-.045	
	Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)																1.000	.306	.068	.428	.729	.451	.068	
	Inversión total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)																	1.000	-.017	-.021	.159	.520	-.017	
	Inversión total Contratos Mod. 4 (Otros)																		1.000	-.023	.031	-.043	1.000	
	Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)																			1.000	.627	.012	-.023	
	Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)																				1.000	.207	.031	
	Número total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)																					1.000	-.043	
	Número total Contratos Mod. 4 (Otros)																						1.000	
Sig. (Unilateral)	Número total de Proyectos de I+D		.000	.000	.000	.000	.002	.117	.000	.030	.392	.011	.080	.000	.002	.259	.001	.000	.041	.163	.004	.001	.004	.163
	Personal formado	.000		.000	.000	.000	.012	.111	.023	.038	.188	.101	.410	.000	.009	.098	.030	.000	.041	.028	.044	.055	.031	.028
	Tesis doctorales	.000	.000		.000	.000	.000	.015	.019	.005	.298	.073	.209	.000	.001	.029	.137	.004	.003	.232	.236	.040	.001	.232
	Artículos Internacionales	.000	.000	.000		.000	.000	.024	.002	.031	.112	.144	.078	.000	.000	.014	.001	.002	.016	.360	.001	.025	.002	.360
	Patentes Registradas	.000	.000	.000	.000		.013	.091	.044	.363	.499	.281	.046	.000	.037	.124	.083	.036	.270	.310	.115	.034	.281	.310
	Número total de Acciones PETRI	.002	.012	.000	.000	.013		.006	.000	.492	.000	.290	.411	.000	.000	.017	.000	.002	.094	.318	.000	.001	.038	.318
	Número total de Proyectos Concertados	.117	.111	.015	.024	.091	.006		.000	.011	.236	.000	.254	.042	.001	.000	.001	.000	.000	.089	.008	.000	.004	.089
	Número total de Contratos	.000	.023	.019	.002	.044	.000	.000		.008	.098	.275	.429	.001	.000	.005	.000	.000	.156	.373	.000	.000	.052	.373
	Promedio EJC Proyectos de I+D	.030	.038	.005	.031	.363	.492	.011	.008		.088	.002	.382	.004	.332	.019	.076	.059	.446	.456	.088	.003	.362	.456
Promedio EJC Acciones PETRI	.392	.188	.298	.112	.499	.000	.236	.098	.088		.344	.141	.137	.000	.282	.035	.340	.250	.392	.013	.324	.475	.392	

Promedio EJC Proyectos Concertados	.011	.101	.073	.144	.281	.290	.000	.275	.002	.344		.452	.072	.375	.000	.317	.276	.443	.275	.335	.225	.359	.275
Promedio de Edad	.080	.410	.209	.078	.046	.411	.254	.429	.382	.141	.452		.300	.450	.499	.483	.314	.287	.345	.359	.353	.425	.345
Subvención total Proyectos I+D	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.042	.001	.004	.137	.072	.300		.000	.028	.001	.000	.019	.129	.002	.008	.002	.129
Inversión total Acciones PETRI	.002	.009	.001	.000	.037	.000	.001	.000	.332	.000	.375	.450	.000		.006	.000	.002	.005	.341	.000	.003	.032	.341
Inversión total Proyectos Concertados	.259	.098	.029	.014	.124	.017	.000	.005	.019	.282	.000	.499	.028	.006		.040	.008	.017	.005	.056	.017	.026	.005
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.001	.030	.137	.001	.083	.000	.001	.000	.076	.035	.317	.483	.001	.000	.040		.000	.063	.365	.000	.000	.179	.365
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.000	.000	.004	.002	.036	.002	.000	.000	.059	.340	.276	.314	.000	.002	.008	.000		.008	.299	.000	.000	.000	.299
Inversión total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.041	.041	.003	.016	.270	.094	.000	.156	.446	.250	.443	.287	.019	.005	.017	.063	.008		.446	.435	.109	.000	.446
Inversión total Contratos Mod. 4 (Otros)	.163	.028	.232	.360	.310	.318	.089	.373	.456	.392	.275	.345	.129	.341	.005	.365	.299	.446		.430	.405	.370	.000
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.004	.044	.236	.001	.115	.000	.008	.000	.088	.013	.335	.359	.002	.000	.056	.000	.000	.435	.430		.000	.463	.430
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.001	.055	.040	.025	.034	.001	.000	.000	.003	.324	.225	.353	.008	.003	.017	.000	.000	.109	.405	.000		.053	.405
Número total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.004	.031	.001	.002	.281	.038	.004	.052	.362	.475	.359	.425	.002	.032	.026	.179	.000	.000	.370	.463	.053		.370
Número total Contratos Mod. 4 (Otros)	.163	.028	.232	.360	.310	.318	.089	.373	.456	.392	.275	.345	.129	.341	.005	.365	.299	.446	.000	.430	.405	.370	

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	7.526	32.723	32.723	7.526	32.723	32.723	4.816	20.941	20.941
2	3.217	13.988	46.711	3.217	13.988	46.711	4.396	19.115	40.056
3	2.589	11.258	57.969	2.589	11.258	57.969	2.454	10.669	50.726
4	1.866	8.114	66.083	1.866	8.114	66.083	2.437	10.597	61.323
5	1.724	7.497	73.580	1.724	7.497	73.580	2.194	9.540	70.863
6	1.385	6.023	79.603	1.385	6.023	79.603	2.010	8.739	79.603
7	.882	3.837	83.440						
8	.675	2.935	86.374						
9	.572	2.485	88.859						
10	.514	2.235	91.094						
11	.493	2.144	93.239						
12	.361	1.569	94.808						
13	.314	1.363	96.172						
14	.262	1.138	97.310						
15	.187	.814	98.123						
16	.130	.567	98.690						
17	.099	.432	99.122						
18	.080	.346	99.468						
19	.051	.220	99.688						
20	.041	.179	99.867						
21	.020	.088	99.954						
22	.011	.046	100.000						
23	1.647E-16	7.162E-16	100.000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Matriz de componentes sin rotar (a)

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Subvención total Proyectos I+D	.804	-.473				
Artículos Internacionales	.802	-.411		.104		-.214
Número total de Contratos	.777	.459	-.203	-.266	-.167	
Número total de Proyectos de I+D	.754	-.457		-.168	-.216	
Inversión total Acciones PETRI	.741		-.251	.195	.503	
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.726	.416	-.336	-.222		
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.705	.226			-.337	.293
Número total de Acciones PETRI	.701		-.237	.152	.382	
Tesis doctorales	.686	-.536	.190	.148		
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.683	.457	-.156	-.258	-.312	.132
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.665	.398	-.377	-.303	.126	-.140
Personal formado	.642	-.466	.213	-.135		
Número total de Proyectos Concertados	.552	.504	.445	.337		
Patentes Registradas	.496	-.332			-.218	-.466
Promedio EJC Proyectos de I+D		-.701			.320	.152
Promedio EJC Proyectos Concertados		.485	.467	.378		-.411
Inversión total Contratos Mod. 4 (Otros)	.110		.748	-.559	.255	.105
Número total Contratos Mod. 4 (Otros)	.110		.748	-.559	.255	.105
Inversión total Proyectos Concertados	.450	.413	.606	.276	.127	-.211
Inversión total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.387		.207	.516		.438
Número total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.436		.177	.447	-.290	.409
Promedio EJC Acciones PETRI	.284		-.270	.124	.741	.106
Promedio de Edad		.161			.258	.600

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

(a) 6 componentes extraídos

Matriz de componentes rotados (a)

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Artículos Internacionales	.856	.170	.308			.102
Subvención total Proyectos I+D	.852	.201	.223		.142	.199
Número total de Proyectos de I+D	.834	.311		-.175		.145
Tesis doctorales	.833		.117			.330
Personal formado	.755	.121			.263	.161
Patentes Registradas	.729	.114		.144	-.177	-.152
Número total de Contratos	.195	.938	.147	.100		
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.132	.913				.158
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.158	.857	.315			
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.152	.804	.394			-.209
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.272	.695				.432
Promedio EJC Acciones PETRI			.853			
Inversión total Acciones PETRI	.326	.354	.798	.149		.116
Número total de Acciones PETRI	.362	.348	.663	.120	-.105	
Promedio EJC Proyectos Concertados	-.182	-.124		.854		
Inversión total Proyectos Concertados	.161	.166	.139	.831	.268	.206
Número total de Proyectos Concertados	.115	.353	.133	.750	.127	.372
Promedio EJC Proyectos de I+D	.341	-.444	.289	-.469		
Inversión total Contratos Mod. 4 (Otros)				.127	.965	
Número total Contratos Mod. 4 (Otros)				.127	.965	
Inversión total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.169		.115	.169		.764
Número total Contratos Mod. 3 (Licencias y patentes)	.276	.112		.105	-.106	.751
Promedio de Edad	-.378		.245	-.189	.242	.399

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

(a) La rotación ha convergido en 8 iteraciones.

Análisis 2

Matriz de correlaciones entre variables:

		Personal formado	Tesis doctorales	Artículos Internacionales	Patentes Registradas	Número total de Contratos	Promedio EJC Proyectos de I+D	Promedio EJC Acciones PETRI	Promedio EJC Proyectos Concertados	Promedio de Edad	Subvención total Proyectos I+D	Inversión total Acciones PETRI	Inversión total Proyectos Concertados	Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)
Correlación	Personal formado	1.000	.682	.674	.486	.254	.228	.115	-.164	-.030	.746	.297	.166	.240	.434	.219	.205
	Tesis doctorales		1.000	.726	.481	.265	.329	.068	-.187	-.105	.814	.382	.242	.141	.339	.093	.225
	Artículos Internacionales			1.000	.607	.366	.239	.157	-.137	-.183	.857	.633	.281	.402	.358	.397	.249
	Patentes Registradas				1.000	.218	.045	.000	-.075	-.215	.471	.229	.149	.178	.230	.155	.233
	Número total de Contratos					1.000	-.303	.167	-.077	-.023	.393	.518	.329	.860	.708	.811	.941
	Promedio EJC Proyectos de I+D						1.000	.174	-.352	.039	.337	.056	-.263	-.184	-.200	-.174	-.343
	Promedio EJC Acciones PETRI							1.000	-.052	.139	.141	.640	.075	.232	.054	.284	.059
	Promedio EJC Proyectos Concertados								1.000	-.016	-.188	-.041	.584	-.062	-.077	-.055	-.098
	Promedio de Edad									1.000	-.068	-.016	.000	.006	.063	-.047	.049
	Subvención total Proyectos I+D										1.000	.500	.243	.392	.434	.356	.307
	Inversión total Acciones PETRI											1.000	.317	.602	.357	.635	.348
	Inversión total Proyectos Concertados												1.000	.224	.302	.203	.271
	Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)													1.000	.547	.939	.737
	Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)														1.000	.428	.729
	Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)															1.000	.627
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)																1.000	
Sig. (Unilateral)	Personal formado		.000	.000	.000	.023	.038	.188	.101	.410	.000	.009	.098	.030	.000	.044	.055
	Tesis doctorales	.000		.000	.000	.019	.005	.298	.073	.209	.000	.001	.029	.137	.004	.236	.040
	Artículos Internacionales	.000	.000		.000	.002	.031	.112	.144	.078	.000	.000	.014	.001	.002	.001	.025
	Patentes Registradas	.000	.000	.000		.044	.363	.499	.281	.046	.000	.037	.124	.083	.036	.115	.034
	Número total de Contratos	.023	.019	.002	.044		.008	.098	.275	.429	.001	.000	.005	.000	.000	.000	.000
	Promedio EJC Proyectos de I+D	.038	.005	.031	.363	.008		.088	.002	.382	.004	.332	.019	.076	.059	.088	.003
	Promedio EJC Acciones PETRI	.188	.298	.112	.499	.098	.088		.344	.141	.137	.000	.282	.035	.340	.013	.324

Promedio EJC Proyectos Concertados	.101	.073	.144	.281	.275	.002	.344		.452	.072	.375	.000	.317	.276	.335	.225
Promedio de Edad	.410	.209	.078	.046	.429	.382	.141	.452		.300	.450	.499	.483	.314	.359	.353
Subvención total Proyectos I+D	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.137	.072	.300		.000	.028	.001	.000	.002	.008
Inversión total Acciones PETRI	.009	.001	.000	.037	.000	.332	.000	.375	.450	.000		.006	.000	.002	.000	.003
Inversión total Proyectos Concertados	.098	.029	.014	.124	.005	.019	.282	.000	.499	.028	.006		.040	.008	.056	.017
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.030	.137	.001	.083	.000	.076	.035	.317	.483	.001	.000	.040		.000	.000	.000
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.000	.004	.002	.036	.000	.059	.340	.276	.314	.000	.002	.008	.000		.000	.000
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.044	.236	.001	.115	.000	.088	.013	.335	.359	.002	.000	.056	.000	.000		.000
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.055	.040	.025	.034	.000	.003	.324	.225	.353	.008	.003	.017	.000	.000	.000	

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5.930	37.060	37.060	5.930	37.060	37.060	4.194	26.214	26.214
2	2.838	17.736	54.796	2.838	17.736	54.796	4.008	25.047	51.261
3	1.695	10.596	65.393	1.695	10.596	65.393	1.914	11.965	63.226
4	1.476	9.228	74.620	1.476	9.228	74.620	1.774	11.086	74.312
5	1.098	6.862	81.483	1.098	6.862	81.483	1.147	7.171	81.483
6	.651	4.068	85.550						
7	.585	3.653	89.204						
8	.437	2.733	91.937						
9	.393	2.456	94.392						
10	.289	1.809	96.201						
11	.241	1.505	97.707						
12	.140	.876	98.582						
13	.109	.682	99.264						
14	.056	.350	99.614						
15	.050	.315	99.929						
16	.011	.071	100.000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Matriz de componentes(a)

	Componente				
	1	2	3	4	5
Número total de Contratos	.823	-.484		-.182	
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.787	-.448	-.222		-.123
Artículos Internacionales	.780	.474	.120		-.133
Subvención total Proyectos I+D	.779	.505			
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.743	-.429	-.256		-.233
Inversión total Acciones PETRI	.734		-.226	.513	-.155
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.720	-.494		-.330	.129
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.706	-.234		-.279	.316
Personal formado	.635	.511	.129		.195
Tesis doctorales	.628	.604	.179		.141
Patentes Registradas	.500	.377	.292	-.179	-.222
Promedio EJC Proyectos de I+D		.706	-.397	.141	
Promedio EJC Proyectos Concertados	-.122	-.327	.703	.478	
Inversión total Proyectos Concertados	.392	-.214	.664	.417	.158
Promedio EJC Acciones PETRI	.295		-.453	.695	
Promedio de Edad		-.141	-.259	.179	.850

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
a 5 componentes extraídos

Matriz de componentes rotados(a)

	Componente				
	1	2	3	4	5
Número total de Contratos	.947	.182	.128		
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.924	.149			
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.864	.119	.342		
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	.795		.439		-.175
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	.724	.373	-.118		.229
Tesis doctorales		.898			
Subvención total Proyectos I+D	.223	.887	.189		
Artículos Internacionales	.204	.843	.277		-.208
Personal formado	.141	.835			
Patentes Registradas	.131	.643			-.344
Promedio EJC Acciones PETRI			.867		.147
Inversión total Acciones PETRI	.390	.340	.770	.111	
Promedio EJC Proyectos Concertados	-.115	-.172		.894	
Inversión total Proyectos Concertados	.200	.253	.103	.849	
Promedio EJC Proyectos de I+D	-.449	.397	.293	-.468	.136
Promedio de Edad		-.103			.910

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.
a La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

Análisis 3

Matriz de correlaciones entre variables:

		Personal formado	Tesis doctorales	Artículos Internacionales	Patentes Registradas	Promedio EJC Proyectos de I+D	Promedio EJC Acciones PETRI	Promedio EJC Proyectos Concertados	Promedio de Edad	Subvención total Proyectos I+D	Inversión total Acciones PETRI	Inversión total Proyectos Concertados	Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)
Correlación	Personal formado	1,000	,682	,674	,486	,228	,115	-,164	-,030	,746	,297	,166	,240	,434
	Tesis doctorales		1,000	,726	,481	,329	,068	-,187	-,105	,814	,382	,242	,141	,339
	Artículos Internacionales			1,000	,607	,239	,157	-,137	-,183	,857	,633	,281	,402	,358
	Patentes Registradas				1,000	,045	,000	-,075	-,215	,471	,229	,149	,178	,230
	Promedio EJC Proyectos de I+D					1,000	,174	-,352	,039	,337	,056	-,263	-,184	-,200
	Promedio EJC Acciones PETRI						1,000	-,052	,139	,141	,640	,075	,232	,054
	Promedio EJC Proyectos Concertados							1,000	-,016	-,188	-,041	,584	-,062	-,077
	Promedio de Edad								1,000	-,068	-,016	,000	,006	,063
	Subvención total Proyectos I+D									1,000	,500	,243	,392	,434
	Inversión total Acciones PETRI										1,000	,317	,602	,357
	Inversión total Proyectos Concertados											1,000	,224	,302
	Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)												1,000	,547
	Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)													1,000
Sig. (Unilateral)	Personal formado		,000	,000	,000	,038	,188	,101	,410	,000	,009	,098	,030	,000
	Tesis doctorales	,000		,000	,000	,005	,298	,073	,209	,000	,001	,029	,137	,004
	Artículos Internacionales	,000	,000		,000	,031	,112	,144	,078	,000	,000	,014	,001	,002
	Patentes Registradas	,000	,000	,000		,363	,499	,281	,046	,000	,037	,124	,083	,036
	Promedio EJC Proyectos de I+D	,038	,005	,031	,363		,088	,002	,382	,004	,332	,019	,076	,059
	Promedio EJC Acciones PETRI	,188	,298	,112	,499	,088		,344	,141	,137	,000	,282	,035	,340
	Promedio EJC Proyectos Concertados	,101	,073	,144	,281	,002	,344		,452	,072	,375	,000	,317	,276
	Promedio de Edad	,410	,209	,078	,046	,382	,141	,452		,300	,450	,499	,483	,314

Subvención total Proyectos I+D	,000	,000	,000	,000	,004	,137	,072	,300		,000	,028	,001	,000
Inversión total Acciones PETRI	,009	,001	,000	,037	,332	,000	,375	,450	,000		,006	,000	,002
Inversión total Proyectos Concertados	,098	,029	,014	,124	,019	,282	,000	,499	,028	,006		,040	,008
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,030	,137	,001	,083	,076	,035	,317	,483	,001	,000	,040		,000
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,000	,004	,002	,036	,059	,340	,276	,314	,000	,002	,008	,000	

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,686	36,050	36,050	4,686	36,050	36,050	4,021	30,929	30,929
2	2,041	15,703	51,753	2,041	15,703	51,753	1,843	14,179	45,108
3	1,572	12,090	63,843	1,572	12,090	63,843	1,783	13,712	58,820
4	1,168	8,986	72,828	1,168	8,986	72,828	1,721	13,242	72,062
5	1,034	7,957	80,785	1,034	7,957	80,785	1,134	8,724	80,785
6	,633	4,868	85,653						
7	,491	3,773	89,427						
8	,384	2,952	92,379						
9	,361	2,775	95,154						
10	,236	1,819	96,973						
11	,202	1,556	98,529						
12	,134	1,034	99,563						
13	,057	,437	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Matriz de componentes(a)

	Componente				
	1	2	3	4	5
Artículos Internacionales	,912		-,108		-,108
Subvención total Proyectos I+D	,910	-,166			,123
Tesis doctorales	,810	-,256	-,219	,138	,156
Personal formado	,786	-,190	-,172		,229
Inversión total Acciones PETRI	,693	,306	,492	,158	-,250
Patentes Registradas	,606	-,105	-,376		-,202
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,569	,353		-,531	,222
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,536	,439	,326	-,422	-,164
Promedio EJC Proyectos de I+D	,227	-,709	,220	,380	,118
Inversión total Proyectos Concertados	,344	,698	-,278	,359	,180
Promedio EJC Proyectos Concertados	-,168	,683	-,350	,480	
Promedio EJC Acciones PETRI	,292	,140	,743	,384	-,173
Promedio de Edad	-,105		,431		,817

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
a 5 componentes extraídos

Matriz de componentes rotados(a)

	Componente				
	1	2	3	4	5
Subvención total Proyectos I+D	,904	,197	,147		
Tesis doctorales	,898				
Artículos Internacionales	,849	,284	,160		-,203
Personal formado	,841		,143		
Patentes Registradas	,635		,118		-,375
Promedio EJC Acciones PETRI		,904			,120
Inversión total Acciones PETRI	,346	,816	,322		
Inversión total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,385		,775		,174
Inversión total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,177	,405	,770		
Promedio EJC Proyectos de I+D	,403	,225	-,598	-,401	,172
Promedio EJC Proyectos Concertados	-,181			,904	
Inversión total Proyectos Concertados	,253	,122	,192	,852	
Promedio de Edad					,926

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

Análisis 4

Matriz de correlaciones entre variables:

	Personal formado	Tesis doctorales	Artículos Internacionales	Patentes Registradas	Promedio EJC Proyectos de I+D	Promedio EJC Acciones PETRI	Promedio EJC Proyectos Concertados	Promedio de Edad	Número total de Proyectos de I+D	Número total de Acciones PETRI	Número total de Proyectos Concertados	Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	
Correlación	Personal formado	1,000	,682	,674	,486	,228	,115	-,164	-,030	,661	,287	,157	,219	,205
	Tesis doctorales		1,000	,726	,481	,329	,068	-,187	-,105	,763	,441	,277	,093	,225
	Artículos Internacionales			1,000	,607	,239	,157	-,137	-,183	,726	,611	,251	,397	,249
	Patentes Registradas				1,000	,045	,000	-,075	-,215	,539	,284	,172	,155	,233
	Promedio EJC Proyectos de I+D					1,000	,174	-,352	,039	,241	-,003	-,291	-,174	-,343
	Promedio EJC Acciones PETRI						1,000	-,052	,139	,035	,459	,093	,284	,059
	Promedio EJC Proyectos Concertados							1,000	-,016	-,292	-,071	,515	-,055	-,098
	Promedio de Edad								1,000	-,180	,029	,086	-,047	,049
	Número total de Proyectos de I+D									1,000	,364	,154	,338	,407
	Número total de Acciones PETRI										1,000	,316	,502	,403
	Número total de Proyectos Concertados											1,000	,303	,473
	Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)												1,000	,627
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)													1,000	
Sig. (Unilateral)	Personal formado		,000	,000	,000	,038	,188	,101	,410	,000	,012	,111	,044	,055
	Tesis doctorales		,000	,000	,000	,005	,298	,073	,209	,000	,000	,015	,236	,040
	Artículos Internacionales		,000	,000	,000	,031	,112	,144	,078	,000	,000	,024	,001	,025
	Patentes Registradas		,000	,000	,000	,363	,499	,281	,046	,000	,013	,091	,115	,034
	Promedio EJC Proyectos de I+D		,038	,005	,031	,363	,088	,002	,382	,030	,492	,011	,088	,003
	Promedio EJC Acciones PETRI		,188	,298	,112	,499	,088	,344	,141	,392	,000	,236	,013	,324

Promedio EJC Proyectos Concertados	,101	,073	,144	,281	,002	,344		,452	,011	,290	,000	,335	,225
Promedio de Edad	,410	,209	,078	,046	,382	,141	,452		,080	,411	,254	,359	,353
Número total de Proyectos de I+D	,000	,000	,000	,000	,030	,392	,011	,080		,002	,117	,004	,001
Número total de Acciones PETRI	,012	,000	,000	,013	,492	,000	,290	,411	,002		,006	,000	,001
Número total de Proyectos Concertados	,111	,015	,024	,091	,011	,236	,000	,254	,117	,006		,008	,000
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,044	,236	,001	,115	,088	,013	,335	,359	,004	,000	,008		,000
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,055	,040	,025	,034	,003	,324	,225	,353	,001	,001	,000	,000	

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,464	34,339	34,339	4,464	34,339	34,339	3,973	30,565	30,565
2	2,223	17,101	51,439	2,223	17,101	51,439	2,217	17,053	47,618
3	1,481	11,393	62,833	1,481	11,393	62,833	1,697	13,052	60,669
4	1,186	9,124	71,957	1,186	9,124	71,957	1,467	11,288	71,957
5	,968	7,447	79,404						
6	,605	4,653	84,058						
7	,508	3,907	87,965						
8	,447	3,438	91,403						
9	,439	3,380	94,783						
10	,249	1,919	96,702						
11	,192	1,479	98,182						
12	,131	1,011	99,193						
13	,105	,807	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Matriz de componentes(a)

	Componente			
	1	2	3	4
Artículos Internacionales	,892	-,128		,101
Número total de Proyectos de I+D	,850	-,219	-,135	-,145
Tesis doctorales	,813	-,275	-,152	,220
Personal formado	,755	-,245	-,110	,144
Número total de Acciones PETRI	,673	,286	,384	
Patentes Registradas	,654	-,114	-,351	
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,524	,506	,301	-,366
Promedio EJC Proyectos de I+D	,178	-,725	,302	,272
Número total de Proyectos Concertados	,370	,685	-,232	,396
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,520	,577		-,426
Promedio EJC Acciones PETRI	,248	,134	,719	,302
Promedio de Edad	-,135	,144	,476	,329
Promedio EJC Proyectos Concertados	-,204	,553	-,413	,574

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a 4 componentes extraídos

Matriz de componentes rotados(a)

	Componente			
	1	2	3	4
Tesis doctorales	,897			
Artículos Internacionales	,879	,208		
Número total de Proyectos de I+D	,838	,260	-,174	-,100
Personal formado	,811			
Patentes Registradas	,698	,135		-,233
Número total Contratos Mod. 2 (Contratos I+D)	,190	,861		
Número total Contratos Mod. 1 (Apoyo tecnológico)	,175	,828		,196
Promedio EJC Proyectos de I+D	,380	-,514	-,451	,332
Promedio EJC Proyectos Concertados	-,160	-,130	,897	
Número total de Proyectos Concertados	,242	,335	,792	,134
Promedio EJC Acciones PETRI		,155		,808
Promedio de Edad	-,206			,568
Número total de Acciones PETRI	,451	,488		,494

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.
a La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

Anexo IX: resultados del análisis de conglomerados jerárquicos efectuado sobre los grupos de investigación del CSIC

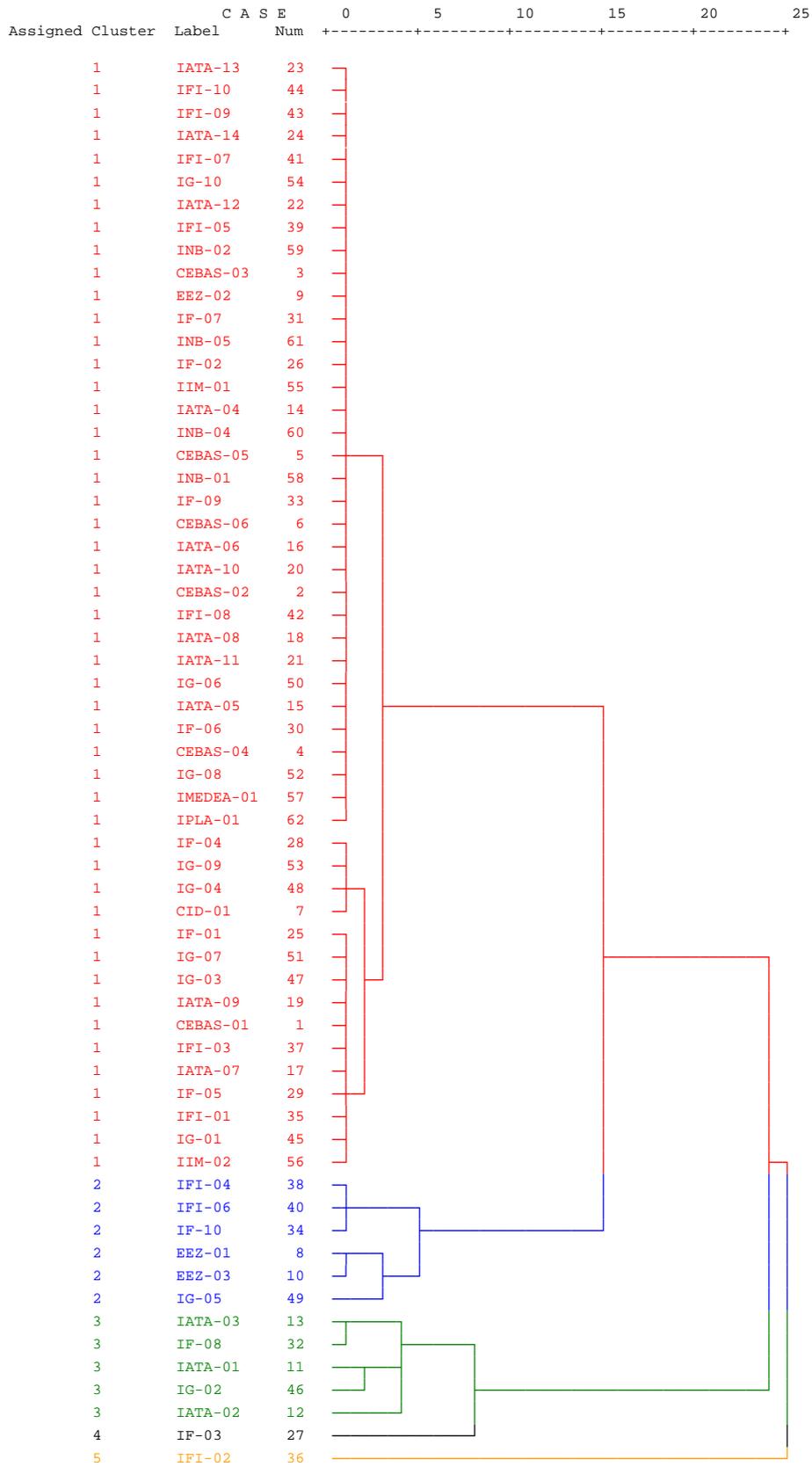
Análisis 1

Historial de conglomeración

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa
	Conglomerado 1	Conglomerado 2		Conglomerado 1	Conglomerado 2	
1	23	44	63595262,235	0	0	2
2	23	43	1301185719,079	1	0	3
3	23	24	5894226802,273	2	0	46
4	41	54	10495341657,408	0	0	26
5	14	60	13552974388,896	0	0	8
6	16	20	26327602069,210	0	0	20
7	18	21	70222169196,809	0	0	17
8	5	14	70306583395,589	0	5	16
9	3	9	108900000126,250	0	0	15
10	22	39	114757648470,666	0	0	13
11	2	42	122369563062,351	0	0	20
12	17	29	239021191670,374	0	0	22
13	22	59	315761324276,333	10	0	21
14	26	55	337536312717,160	0	0	30
15	3	31	707892646060,779	9	0	21
16	5	58	1105920758127,826	8	0	25
17	18	50	1112523843766,563	7	0	27
18	25	51	1428040198482,332	0	0	24
19	15	30	1749229626147,714	0	0	27
20	2	16	1767146603573,429	11	6	35
21	3	22	2708358650924,656	15	13	26
22	17	35	2898281321138,455	12	0	33
23	38	40	3240394627268,130	0	0	42
24	25	47	4156299117571,669	18	0	29
25	5	33	4884074001443,950	16	0	30
26	3	41	6774640309205,040	21	4	28
27	15	18	7282940113625,210	19	17	32
28	3	61	12513063878061,070	26	0	37
29	19	25	14243944181572,640	0	24	41
30	5	26	17161236990995,390	25	14	36
31	1	37	18641935113268,440	0	0	40
32	4	15	19851761212263,460	0	27	35
33	17	45	20598713771819,260	22	0	40
34	28	53	25404350362154,750	0	0	43
35	2	4	29082336759435,340	20	32	44
36	5	6	32057598188004,170	30	0	37

37	3	5	42852948548356,810	28	36	46
38	52	57	45728575600320,300	0	0	39
39	52	62	63614872301690,300	38	0	44
40	1	17	68542234138962,600	31	33	41
41	1	19	92514786458228,300	40	29	48
42	34	38	100813784686743,600	0	23	57
43	28	48	108687950077049,400	34	0	45
44	2	52	136062315819999,600	35	39	49
45	7	28	136431768313823,200	0	43	52
46	3	23	195497883585660,700	37	3	49
47	8	10	28561000000005,300	0	0	54
48	1	56	311748178412643,900	41	0	52
49	2	3	328994768462080,000	44	46	53
50	13	32	330656723929067,400	0	0	56
51	11	46	555648676489934,000	0	0	55
52	1	7	719724677955872,000	48	45	53
53	1	2	1473565759448766,000	52	49	59
54	8	49	1515732289058243,000	47	0	57
55	11	12	1870364290733862,000	51	0	56
56	11	13	2160041317318413,000	55	50	58
57	8	34	2410547787957945,000	54	42	59
58	11	27	3918965248073233,000	56	0	60
59	1	8	7772239262381840,000	53	57	60
60	1	11	12745329056631680,000	59	58	61
61	1	36	13765623695078450,000	60	0	0

Rescaled Distance Cluster Combine

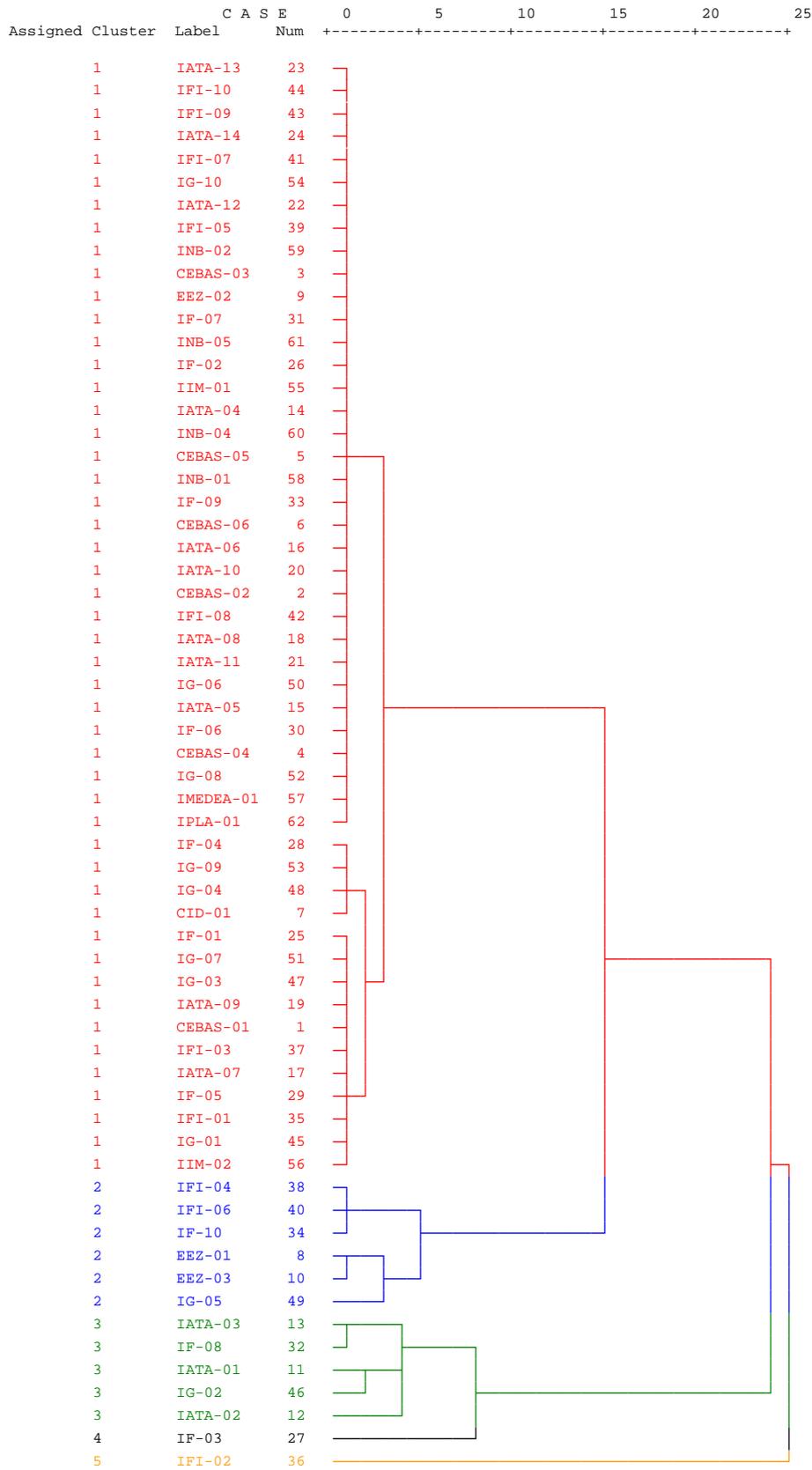


Análisis 2**Historial de conglomeración**

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa
	Conglomerado 1	Conglomerado 2		Conglomerado 1	Conglomerado 2	
1	23	44	63595262,235	0	0	2
2	23	43	1301185719,079	1	0	3
3	23	24	5894226802,273	2	0	46
4	41	54	10495341657,408	0	0	26
5	14	60	13552974388,896	0	0	8
6	16	20	26327602069,210	0	0	20
7	18	21	70222169196,809	0	0	17
8	5	14	70306583395,589	0	5	16
9	3	9	108900000126,250	0	0	15
10	22	39	114757648470,666	0	0	13
11	2	42	122369563062,351	0	0	20
12	17	29	239021191670,374	0	0	22
13	22	59	315761324276,333	10	0	21
14	26	55	337536312717,160	0	0	30
15	3	31	707856524514,365	9	0	21
16	5	58	1105920758127,826	8	0	25
17	18	50	1112523843766,563	7	0	27
18	25	51	1428040198482,332	0	0	24
19	15	30	1749229626147,714	0	0	27
20	2	16	1767146603573,429	11	6	35
21	3	22	2708346610409,185	15	13	26
22	17	35	2898281321138,455	12	0	33
23	38	40	3240394627268,130	0	0	42
24	25	47	4156299117570,669	18	0	29
25	5	33	4884074001443,950	16	0	30
26	3	41	6774634288947,300	21	4	28
27	15	18	7282940113625,210	19	17	32
28	3	61	12513059362867,760	26	0	37
29	19	25	14243944181571,970	0	24	41
30	5	26	17161236990995,390	25	14	36
31	1	37	18641935113268,440	0	0	40
32	4	15	19851761212263,460	0	27	35
33	17	45	20598713771819,260	22	0	40
34	28	53	25404350362153,750	0	0	43
35	2	4	29082336759435,340	20	32	44
36	5	6	32057598188004,170	30	0	37
37	3	5	42852944534851,650	28	36	46
38	52	57	45728575600320,300	0	0	39
39	52	62	63614872301690,300	38	0	44
40	1	17	68542234138962,600	31	33	41
41	1	19	92514786458227,800	40	29	48
42	34	38	100813784686743,600	0	23	57
43	28	48	108687950077048,900	34	0	45
44	2	52	136062315819999,600	35	39	49

45	7	28	136431768313822,500	0	43	52
46	3	23	195497881460863,800	37	3	49
47	8	10	28561000000005,300	0	0	54
48	1	56	311748178412643,800	41	0	52
49	2	3	328994766742006,400	44	46	53
50	13	32	330656708667699,100	0	0	56
51	11	46	555195567700331,000	0	0	55
52	1	7	719724677955872,000	48	45	53
53	1	2	1473565758386367,000	52	49	59
54	8	49	1515732289058243,000	47	0	57
55	11	12	1870137736339061,000	51	0	56
56	11	13	2159890273424528,000	55	50	58
57	8	34	2410547787957945,000	54	42	59
58	11	27	3918883442611905,000	56	0	60
59	1	8	7772239261644670,000	53	57	60
60	1	11	12745253318456850,000	59	58	61
61	1	36	13765616242345930,000	60	0	0

Rescaled Distance Cluster Combine

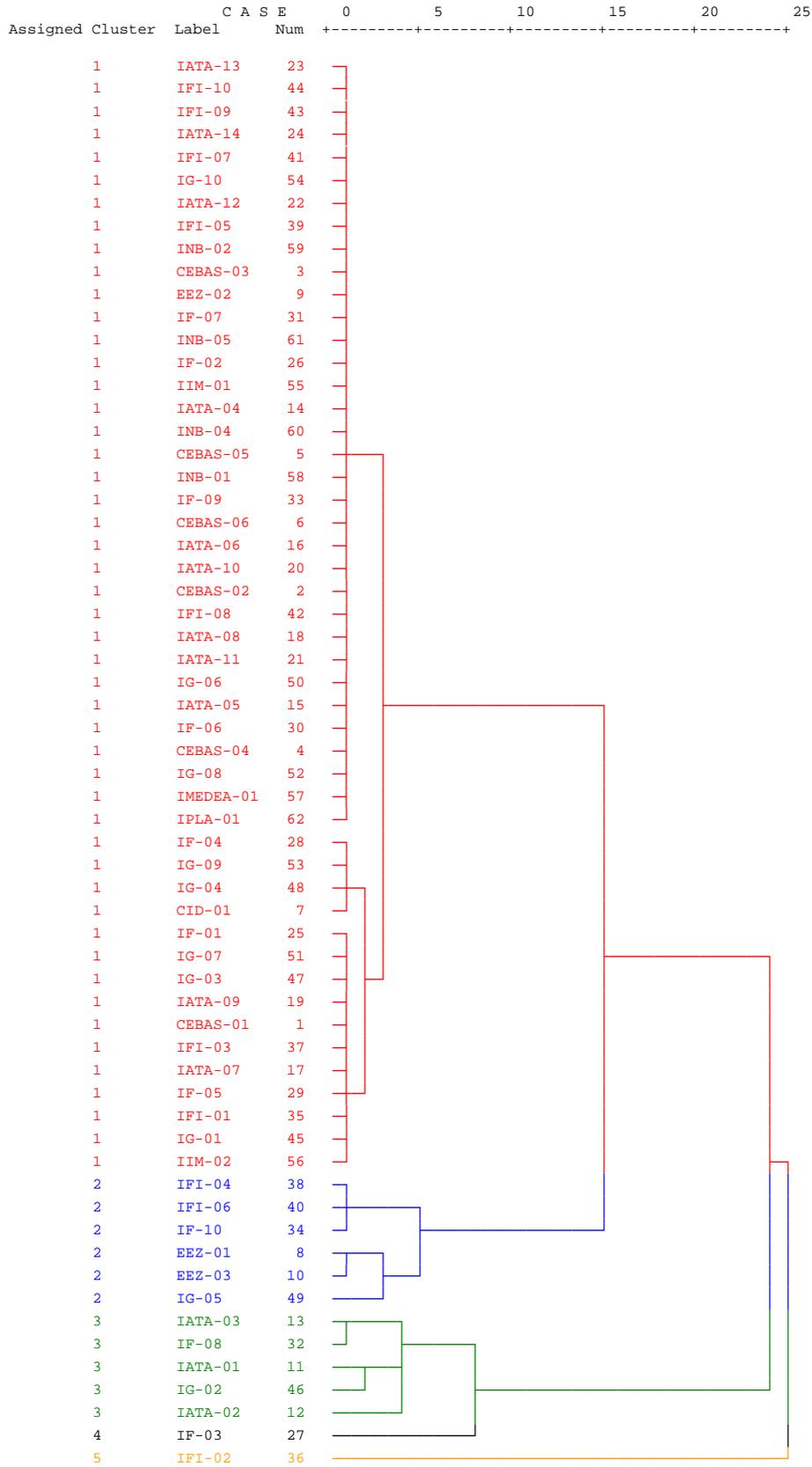


Análisis 3**Historial de conglomeración**

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa
	Conglomerado 1	Conglomerado 2		Conglomerado 1	Conglomerado 2	
1	23	44	63595260,235	0	0	2
2	23	43	1301185684,079	1	0	3
3	23	24	5894226728,940	2	0	46
4	41	54	10495341559,408	0	0	26
5	14	60	13552974326,896	0	0	8
6	16	20	26327602060,210	0	0	20
7	18	21	70222169187,809	0	0	17
8	5	14	70306583372,589	0	5	16
9	3	9	108900000124,250	0	0	15
10	22	39	114757648431,666	0	0	13
11	2	42	122369562725,351	0	0	20
12	17	29	239021191632,374	0	0	22
13	22	59	315761324256,833	10	0	21
14	26	55	337536312696,160	0	0	30
15	3	31	707856524509,365	9	0	21
16	5	58	1105920758094,826	8	0	25
17	18	50	1112523843762,063	7	0	27
18	25	51	1428040198481,332	0	0	24
19	15	30	1749229626133,714	0	0	27
20	2	16	1767146603423,929	11	6	35
21	3	22	2708346610397,630	15	13	26
22	17	35	2898281321109,455	12	0	33
23	38	40	3240394627268,130	0	0	42
24	25	47	4156299117428,169	18	0	29
25	5	33	4884074001419,200	16	0	30
26	3	41	6774634288898,470	21	4	28
27	15	18	7282940113548,210	19	17	32
28	3	61	12513059362848,510	26	0	37
29	19	25	14243944181536,970	0	24	41
30	5	26	17161236990946,890	25	14	36
31	1	37	18641935113238,440	0	0	40
32	4	15	19851761212194,860	0	27	35
33	17	45	20598713771513,260	22	0	40
34	28	53	25404350362119,750	0	0	43
35	2	4	29082336759351,670	20	32	44
36	5	6	32057598187954,310	30	0	37
37	3	5	42852944534811,470	28	36	46
38	52	57	45728575600246,300	0	0	39
39	52	62	63614872301636,300	38	0	44
40	1	17	68542234138887,300	31	33	41
41	1	19	92514786458139,500	40	29	48
42	34	38	100813784686733,600	0	23	57
43	28	48	108687950077022,900	34	0	45
44	2	52	136062315819935,900	35	39	49

45	7	28	136431768313750,900	0	43	52
46	3	23	195497881460808,000	37	3	49
47	8	10	28561000000005,300	0	0	54
48	1	56	311748178412572,100	41	0	52
49	2	3	328994766741946,800	44	46	53
50	13	32	330656708667676,100	0	0	56
51	11	46	555195567699927,000	0	0	55
52	1	7	719724677955806,000	48	45	53
53	1	2	1473565758386294,000	52	49	59
54	8	49	1515732289055451,000	47	0	57
55	11	12	1870137736338808,000	51	0	56
56	11	13	2159890273424285,000	55	50	58
57	8	34	2410547787957114,000	54	42	59
58	11	27	3918883442611611,000	56	0	60
59	1	8	7772239261644250,000	53	57	60
60	1	11	12745253318456560,000	59	58	61
61	1	36	13765616242345810,000	60	0	0

Rescaled Distance Cluster Combine

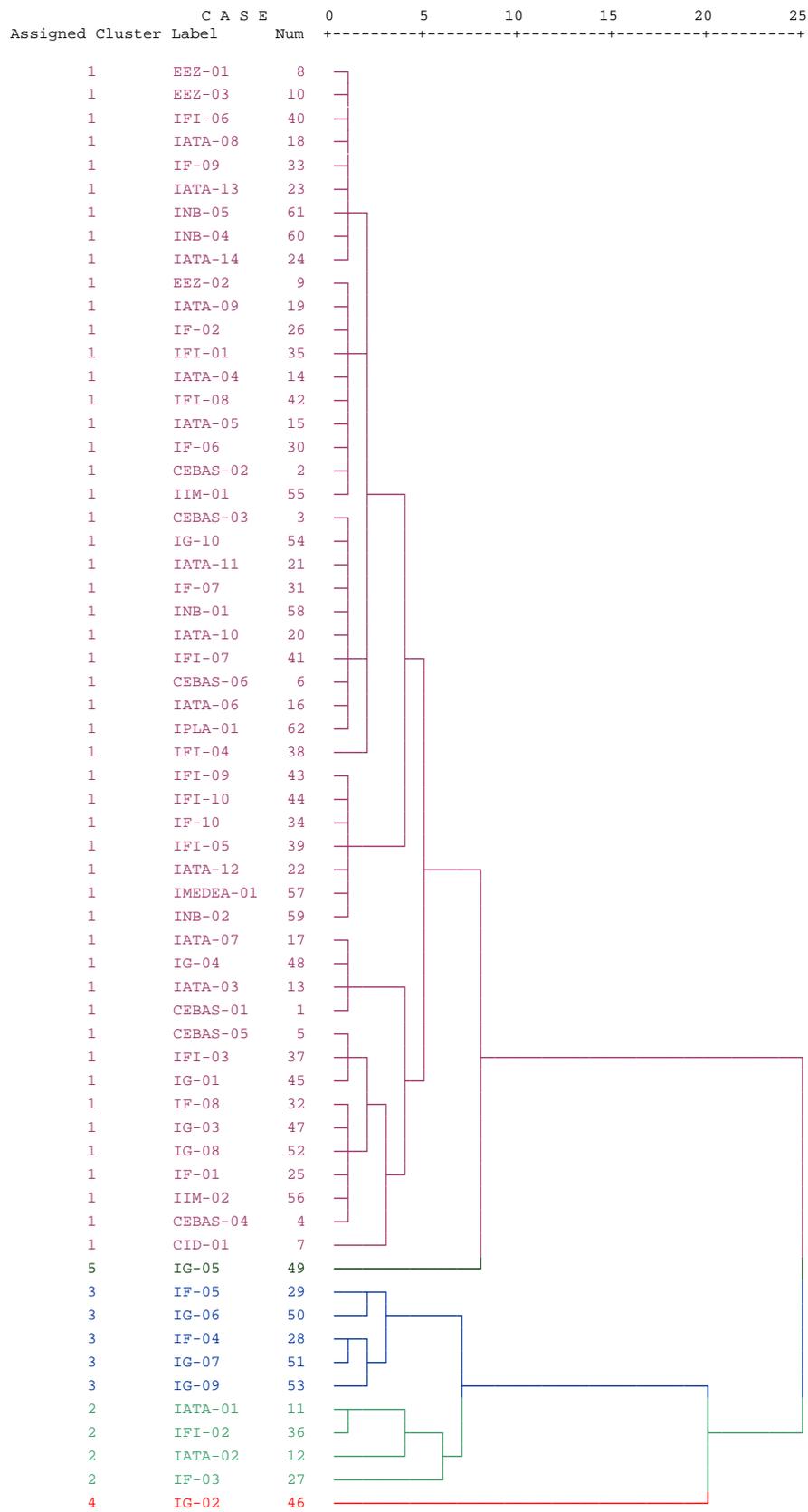


Análisis 4**Historial de conglomeración**

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa
	Conglomerado 1	Conglomerado 2		Conglomerado 1	Conglomerado 2	
1	8	10	5,290	0	0	3
2	3	54	5,472	0	0	8
3	8	40	10,045	1	0	13
4	43	44	12,000	0	0	27
5	18	33	16,500	0	0	9
6	22	57	17,250	0	0	31
7	20	41	20,250	0	0	22
8	3	21	23,069	2	0	21
9	18	23	25,250	5	0	13
10	31	58	28,125	0	0	21
11	15	30	29,938	0	0	30
12	17	48	31,765	0	0	25
13	8	18	33,126	3	9	19
14	32	47	36,709	0	0	23
15	6	16	36,852	0	0	22
16	2	55	38,433	0	0	30
17	34	39	38,440	0	0	27
18	25	56	40,484	0	0	32
19	8	61	40,618	13	0	36
20	9	19	44,391	0	0	26
21	3	31	46,081	8	10	28
22	6	20	48,687	15	7	28
23	32	52	49,849	14	0	41
24	14	42	66,563	0	0	40
25	13	17	66,887	0	12	44
26	9	26	70,640	20	0	35
27	34	43	70,720	17	4	38
28	3	6	75,767	21	22	33
29	28	51	79,999	0	0	49
30	2	15	83,397	16	11	40
31	22	59	84,625	6	0	38
32	4	25	88,829	0	18	41
33	3	62	93,474	28	0	47
34	5	37	94,612	0	0	37
35	9	35	97,179	26	0	43
36	8	60	102,206	19	0	39
37	5	45	107,039	34	0	45
38	22	34	111,527	31	27	54
39	8	24	115,200	36	0	48
40	2	14	122,690	30	24	43
41	4	32	141,450	32	23	45
42	11	36	144,631	0	0	53
43	2	9	150,200	40	35	48
44	1	13	154,717	0	25	55
45	4	5	187,555	41	37	51

46	29	50	195,872	0	0	52
47	3	38	221,232	33	0	50
48	2	8	239,951	43	39	50
49	28	53	255,977	29	0	52
50	2	3	293,850	48	47	54
51	4	7	383,052	45	0	55
52	28	29	442,838	49	46	58
53	11	12	480,056	42	0	57
54	2	22	492,957	50	38	56
55	1	4	583,874	44	51	56
56	1	2	755,529	55	54	59
57	11	27	800,670	53	0	58
58	11	28	1020,797	57	52	60
59	1	49	1194,616	56	0	61
60	11	46	3051,418	58	0	61
61	1	11	3881,040	59	60	0

Rescaled Distance Cluster Combine



Anexo X: listado de los centros integrantes del entorno científico participante en el PNTA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA (UAB)
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID (UAM)
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (UCM)
UNIVERSIDAD DE ALCALA (UAH)
UNIVERSIDAD DE ALMERIA (UAL)
UNIVERSIDAD DE BARCELONA (UB)
UNIVERSIDAD DE BURGOS (UBU)
UNIVERSIDAD DE CADIZ (UCA)
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (UC)
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA (UCLM)
UNIVERSIDAD DE CORDOBA (UCO)
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA (UEX)
UNIVERSIDAD DE GIRONA (UGI)
UNIVERSIDAD DE GRANADA (UGR)
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (ULL)
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (ULR)
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES (UIB)
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (UGC)
UNIVERSIDAD DE LEON (UL)
UNIVERSIDAD DE LLEIDA (ULE)
UNIVERSIDAD DE MALAGA (UMA)
UNIVERSIDAD DE MURCIA (UMU)
UNIVERSIDAD DE NAVARRA (UN)
UNIVERSIDAD DE OVIEDO (UOV)
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (USAL)
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (USC)
UNIVERSIDAD DE SEVILLA (US)
UNIVERSIDAD DE VALENCIA / ESTUDI GENERAL (UV)
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (UVA)

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (UZA)
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO / EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA (EHU)
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA (UPC)
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID (UPM)
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA (UPV)
UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS (UPCO)
UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA (UPN)
UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI (URiV)
CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA DEL SEGURA (CEBAS)
CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (CID)
ESTACION EXPERIMENTAL DEL ZAIDIN (EEZ)
INSTITUTO DE AGROQUIMICA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (IATA)
INSTITUTO DE AUTOMATICA INDUSTRIAL (IAI)
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR (ICM)
INSTITUTO DE ECONOMIA Y GEOGRAFIA (IEG)
INSTITUTO DE FERMENTACIONES INDUSTRIALES (IFI)
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS (IIM)
INSTITUTO DE LA GRASA (IG)
INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA BIOQUIMICA (IMB)
INSTITUTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA (INB)
INSTITUTO DE PRODUCTOS LACTEOS DE ASTURIAS (IPLA)
INSTITUTO DE QUIMICA ORGANICA GENERAL -IQOG-
INSTITUTO DEL FRIO (IF)
INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA)

Anexo XI: listado de los centros integrantes del entorno tecnológico participante en el PNTA

ASOC. INVESTIGACION DE CERVEZA Y MALTA
ASOC. INVESTIGACION INDUSTRIA AGROALIMENTARIA
ASOC. INVESTIGACION INDUSTRIA DE CONSERVAS VEGETALES
ASOCIACION NAL. FABRICANTES CONSERVAS DE PESCADOS Y MARISCOS
BIOTEK - GRUPO TECNOLOGICO DE BIOTECNOLOGIA
FUNDACION GARBI
GAIKER - ASOCIACION CENTRO TECNOLOGICO
IKERLAN - CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS
INSTITUTO INVEST. Y TECN. OCEANOGRAFIA, PESCA Y ALIMENTACION
INSTITUTO TECNOLOGICO PESQUERO Y ALIMENTARIO, S.A. - AZTI
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES (IRTA)

RESUMEN

La presente tesis se marca como objetivo principal evaluar en qué medida el Programa Nacional de Tecnología de Alimentos (PNTA) ha sido el mecanismo más adecuado para fomentar las relaciones entre los diferentes agentes del Sistema de Innovación Alimentario de España (SIAE).

Para llevar a cabo dicho análisis, el estudio se ha enmarcado dentro de la economía de corte evolucionista-estructuralista, dentro de la que se encuadra el concepto de Sistema de Innovación, base teórica del estudio.

Bajo ese marco teórico se plantea una metodología basada en el doble uso de métodos cuantitativos (propios de los métodos más tradicionales de evaluación de políticas públicas) junto con métodos de corte cualitativo (más afines a los actuales planteamientos de evaluación). Esta doble metodología se ha aplicado al conjunto de agentes que han tomado parte en el PNTA a lo largo de los dos primeros Planes Nacionales de I+D (1988-1995).

El análisis realizado a nivel nacional pone de manifiesto la escasa representatividad del PNTA en las relaciones encontradas y en la forma en que éstas tienen lugar. Por lo tanto, se concluye que, con carácter general, el papel desempeñado por esta política, uno de cuyos objetivos era poner en relación a los grupos de investigación y a las empresas de la industria de la Alimentación, Bebidas y Tabaco (IABT), ha sido muy escaso y fundamentalmente orientado del lado de los grupos de investigación. Dicha política ha servido, más bien, para potenciar el auge de una comunidad científica en el área de tecnología de alimentos. Auge que requiere de diferentes apoyos y necesidades por parte de los grupos de investigación. Por el contrario, el equipo gestor del PNTA, escaso en recursos económicos y humanos y descoordinado en sus diferentes instrumentos, ha ofrecido una imagen de insuficiencia, lo que ha redundado en una gestión igualitaria de los grupos de investigación. En consecuencia, los grupos analizados resultan muy heterogéneos, lo que se traduce en una ausencia de orientación en el establecimiento de relaciones con la IABT y en una desarticulación del SIAE.

En el análisis que se ha llevado a cabo sobre dos Organismos Públicos de Investigación concretos (la Universidad Politécnica de Valencia y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas), es posible apreciar otras peculiaridades de las relaciones halladas: el papel que han jugado las estructuras de interrelación más próximas a los antedichos organismos (el Centro de Transferencia de Tecnología de la UPV y la OTRI del CSIC en la Comunidad Valenciana). Si al papel desempeñado por estas oficinas como catalizadores y dinamizadores de las actividades investigadoras de los grupos objeto de su actividad, unimos los contratos bilaterales que han firmado los grupos con la IABT, podemos deducir que la articulación de dichos grupos con la industria de la alimentación ha sido más reseñable que la detectada sólo a través del análisis de los instrumentos del PNTA.

En definitiva, la tesis ha servido para poner de manifiesto la necesidad de abordar la evaluación de ciertos objetivos de carácter estructural, como es el de las relaciones entre agentes participantes en las políticas públicas, recurriendo al estudio de los instrumentos con que cuenta la política en cuestión junto con el análisis de la gestión que se ha efectuado sobre la política, el papel de las estructuras de interrelación así como información adicional procedente de los contratos bilaterales. Conjuntamente consiguen ofrecer una imagen más fiel del proceso de articulación de un sistema de innovación.