

**JUSTIFICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INNOVACIÓN
DESDE UN ENFOQUE TEÓRICO Y METODOLÓGICO**

JOOST HEIJS

Documento de trabajo, nº 25. Octubre 2001.



IAIF
INSTITUTO DE ANÁLISIS INDUSTRIAL Y FINANCIERO

**JUSTIFICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INNOVACIÓN
DESDE UN ENFOQUE TEÓRICO Y METODOLÓGICO**

JOOST HEIJS

*Universidad Complutense de Madrid
Departamento de Economía Aplicada II
Instituto de Análisis Industrial y Financiero*

RESUMEN

Este documento ofrece una revisión de la literatura teórica que ofrece aportaciones respecto a la justificación de la política de innovación. La segunda sección revisa la literatura sobre el cambio tecnológico cuyos conceptos se utilizan como referencia en la tercera y cuarta sección, donde se analizan los argumentos teóricos respecto a la justificación de la política tecnológica. Se analizan el enfoque neoclásico, la teoría del crecimiento endógeno y la perspectiva evolucionista. Se ofrece no solamente un repaso global de estas teorías, sino que se indica también las implicaciones para el diseño de las políticas de innovación y la aportación de criterios para evaluar las políticas. En la quinta sección se ofrece un marco metodológico para estudios de evaluación.

PALABRAS CLAVE: política tecnológica, Sistemas de innovación, fallos de mercado, estudios de evaluación,

ABSTRACT

This paper offers a review of the theoretical literature about the justification of the innovation policies. The second section reviews the literature on technological change and economic development and serves as background information to interpret the arguments found in the economic theory. The third section analyses the neo-classical view and the New Growth Theory and the fourth one analysis the evolutionary theory. This paper do not only offers the basic elements of these theories but also points put their implication for the design and evaluation of technology policies. The last section offers a methodological framework that could be used for evaluation studies that analysis the public finance of R&D.

KEYWORDS: technology policy, innovation system market failures, new growth theory, evolutionary theory

1.- INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las políticas para la promoción del desarrollo tecnológico e innovación han obtenido un lugar importante dentro de las políticas destinadas a la mejora de la competitividad del sistema productivo, con unos presupuestos crecientes. Esta atención creciente se basa en el supuesto de que la innovación sea un factor clave para el crecimiento económico (Entre otros Griliches, 1986; Lichtenberg/Siegel, 1991; Fagerberg, 1988, 1994; Freeman, 1994) y que la obtención de tecnologías nuevas y avanzadas sean un factor importante para la posición competitiva de un o país o región (Freeman, 1987; Porter, 1990).

En muchas ocasiones, se presenta a la política tecnológica como una panacea para todos los problemas relacionados con el desarrollo del sistema productivo. La política tecnológica se puede definir como el intento de la administración política de influir en el desarrollo del sistema productivo del país con el objetivo de fortalecer el crecimiento económico o crear ventajas comparativas promocionando la innovación y el desarrollo tecnológico. El objetivo último de todas las políticas tecnológicas tendría que ser una mejora del bienestar social. Este objetivo se puede alcanzar mediante una mejora de la productividad e, implícitamente, de la competitividad del sector productivo o mediante la solución de problemas sociales y ambientales.

Para países con un sistema nacional y regional de innovación poco desarrollado la política tecnológica será muy importante para que a largo plazo se pueda afrontar la presión competitiva, no solamente con salarios moderados y altas tasas de ahorro, sino mediante un aumento real de la productividad y una mayor eficiencia del sistema productivo. Para un crecimiento sostenible del bienestar hace falta la creación de ventajas competitivas basadas en un aumento de la productividad, calidad y diversificación, que solamente es posible mediante la modernización del tejido productivo basado en la innovación tecnológica y en una gestión y organización industrial más eficiente. O dicho de otro modo, mediante la mejora del sistema nacional y regional de innovación y la interacción de sus componentes.

En este documento de trabajo se ofrece una revisión de la literatura teórica que ofrece aportaciones respecto a la justificación de la política de innovación. La segunda sección revisa la literatura sobre el cambio tecnológico cuyos conceptos se utilizan cuando en la tercera y cuarta sección se analizan los argumentos teóricos respecto a la justificación de la política tecnológica. Se analizan el enfoque neoclásico, basado en los fallos del mercado, la teoría del crecimiento endógeno y la perspectiva evolucionista. Se ofrece no solamente un repaso global de estas teorías, sino indican sus implicaciones para el diseño de las políticas de innovación y su aportación a criterios prácticos para poder evaluar la eficiencia y eficacia de tales políticas. En la quinta sección se ofrece un marco metodológico que se podría utilizar para evaluar las políticas de innovación.

2 TEORÍA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO Y SUS IMPLICACIONES PARA LA POLÍTICA TECNOLÓGICA

Un tema muy importante, que, además, implica un cambio radical para las políticas tecnológicas, es la discusión sobre el concepto tradicional o lineal de la innovación frente

al modelo interactivo¹ de la teoría del cambio tecnológico y desarrollo económico que ha evolucionado durante las últimas décadas. Como se observará en la sección 3, los distintos argumentos para justificar la política tecnológica se basan, en parte, en las características del bien tecnológico recogidos en ambos modelos. Por tanto, el cambio de la teoría respecto a este bien implica consecuencias importantes para el diseño de tales políticas.

Hasta mitad de la década de los 70, la teoría económica consideraba que la tecnología era básicamente información y que su proceso de producción era resultado de la acción secuencial de las instituciones de investigación -exógena al sistema económico- y de las empresas innovadoras. Este modelo, **el modelo lineal del cambio tecnológico**, fue hasta los años ochenta la base teórica de la política tecnológica de la mayoría de los países desarrollados. La teoría lineal de la innovación sugiere que el producto o resultado (output) está altamente relacionado y de forma lineal con el factor de entrada (input), y que esta relación se resume en la función de producción. Este modelo del cambio tecnológico conceptualiza la I+D como una actividad aislada, llevada a cabo en centros de investigación, y que no se deja influir por incentivos desde el mercado u otras unidades de la empresa. La innovación sería un proceso lineal y secuencial llevado a cabo en fases aisladas, que se inicia con la fase de investigación básica y finaliza con la fase de introducción de las innovaciones en el mercado (Malerba/Orsenigo; 1995). Este modelo supone que la transferencia tecnológica -diseminación de nuevas tecnologías- es un proceso automático sin costes significativos o retrasos en el tiempo, basado en el mecanismo de “la mano invisible”. La tecnología sería información fácil de copiar. El modelo lineal niega de manera virtual factores como la influencia de instituciones, estrategias y actitudes competitivas de otras empresas o países, o los factores relacionados con la demanda y educación. Las políticas basadas en el modelo lineal están dirigidas hacia la generación o creación de innovaciones mediante la creación de centros de investigación, el apoyo a la I+D básica para tecnologías claves, o la financiación directa de las actividades de investigación empresariales.

Un modelo teórico alternativo y opuesto al modelo lineal del cambio tecnológico sería **el modelo interactivo**, desarrollado en los años ochenta, que implica cambios radicales para la gestión tecnológica de las empresas o el diseño de la política tecnológica por parte de la administración pública. Este modelo se basa en la idea de una interacción continua entre los distintos actores y elementos durante todo el proceso de innovación y la comercialización posterior de los resultados. Incluso una vez que el producto esté plenamente introducido en el mercado, este proceso sigue mediante el perfeccionamiento y diversificación de los productos y procesos de producción y de las tecnologías utilizadas. Mientras que el modelo lineal destaca solamente las actividades tecnológicas del departamento de I+D, el modelo interactivo destaca las capacidades tecnológicas de la empresa en general, considerando la gestión de la innovación como un proceso estratégico y corporativo donde tendría que estar implicada toda la empresa, incluidos sus distribuidores y clientes. La capacidad tecnológica de una empresa se basa en su “saber-hacer” y tiene una dimensión tácita y acumulativa. La transferencia tecnológica es considerada como costosa y difícil, y el entendimiento de nuevas tecnologías cuesta mucho tiempo y recursos humanos. El modelo interactivo considera

¹ Este párrafo ofrece una explicación breve de ambos modelos. Para una discusión teórica amplia sobre estos modelos véanse las distintas publicaciones de Rothwell, 1983; Pavitt, 1984; Kline/Rosenberg, 1986; Dosi/Freeman/Nelson/Silverberg, 1988; Molero, 1994; Malerba/Orsenigo, 1995.

la innovación como un proceso dinámico o interrelacionado con efectos de retroalimentación continuos entre las distintas etapas, y, además, todo este proceso se desarrolla en un ambiente cambiante (Malerba/Orsenigo, 1995), donde los actores y competidores reaccionan a cada uno de los cambios.

Cada modelo refleja un concepto opuesto de bien tecnológico y la mayoría de los conocimientos se podrían clasificar como una forma mixta de ambos. La tecnología y la innovación se presentan en el mundo real bajo formas diversas y asimétricas en cuanto a las características de los agentes que participan en su desarrollo, a las industrias en las que esos agentes se ubican y a los resultados que obtienen. En algunos casos, debido a sus elementos tácitos, la transferencia de tecnología de unas empresas o de unas industrias a otras constituye una operación difícil y costosa para su receptor, y además tiene que pagar los costes de adquisición, los costes de aprendizaje y los costes de oportunidad derivados del retraso en la adopción de la innovación con respecto al competidor. En otros casos, la transferencia tecnológica puede ser de forma directa y barata, imitando un diseño o fórmula química.

Un concepto ha visto revalorizada su importancia debido a la aparición del modelo interactivo, siendo la gestión y estrategia tecnológica de la empresa que resulta ser un factor importante que determina la capacidad tecnológica de la empresa. La literatura presta cada vez más atención a la gestión y estrategia tecnológica de las empresas. Tal gestión tecnológica, o, dicho de otro modo, la importancia del proceso innovador como actividad integral, con interacción continua de los distintos departamentos de una empresa, no siempre funciona bien (Beise et al., 1995; Dankbaar et al., 1993). Las empresas tienen que invertir mucho tiempo y recursos financieros para poder acumular experiencia en el campo de la innovación (proceso de aprendizaje), lo que asegura cierto éxito para sus actividades en I+D.

Además de resaltar la importancia de la gestión tecnológica de las empresas, el modelo interactivo también subraya la importancia de la estructura institucional, lo que se plasma en el concepto de sistema nacional y regional de innovación. Tal sistema se puede definir como *“la red de instituciones, del sector privado y público, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican o divulgan nuevas tecnologías”* (Freeman, 1987). Un sistema heterogéneo, dinámico y abierto, caracterizado por la retroalimentación positiva y por la reproducción. *“Con frecuencia, los elementos del sistema de innovación se refuerzan mutuamente en la promoción de procesos de aprendizaje e innovación o, a la inversa, se combinan en grupos, bloqueando dichos procesos. La causalidad acumulativa, y los círculos virtuosos o viciosos, son características de los sistemas y subsistemas de innovación. Otro aspecto importante del sistema de innovación se relaciona con la transmisión del conocimiento entre individuos o agentes colectivos (a través del recuerdo)”*.(Lundvall, 1992, pág. 2). Dicho de otro modo, hay que tener en cuenta que la innovación y el aprovechamiento de nuevas tecnologías no sólo dependen de factores individuales sino de la interacción y sinergia de distintos factores. La capacidad innovadora de una región no solamente depende de su esfuerzo cuantitativo en I+D (Gastos y personal) y de su infraestructura tecnológica², sino que también depende de la interacción entre las empresas, administraciones públicas, etc. Las actividades innovadoras requieren un ambiente innovador donde es importante el

² Siendo el conjunto de centros y instituciones que llevan a cabo actividades innovadoras.

intercambio recíproco de personal, conocimientos científicos y tecnológicos, servicios especializados e impulsos innovadores (Aydalot/Keeble, 1988; Stöhr, 1987; Perrin 1986/88 Koschatzky, 1997). Para las implicaciones políticas al respecto, véase la sección 4 de este documento.

3 JUSTIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN ESTATAL EN EL CAMPO TECNOLÓGICO: ARGUMENTOS DE LA TEORÍA ECONÓMICA.

3.1 *Introducción*

El debate sobre el papel del Estado en el desarrollo económico e industrial ha sido uno de las temas más importantes para la teoría económica moderna. Ya desde el principio de la industrialización se han defendido tanto los principios de “Laissez-Faire” de Adam Smith (The wealth of Nations, 1776), quien argumenta que el gobierno tiene que abstenerse de la intervención en la economía, cuyo desarrollo se dirige por la mano invisible de la libre competencia, como la posición defendida por Hamilton³ (1791) y Friedrich List (1846), quien propone un papel activo por parte del Estado en el desarrollo industrial, ya que las fuerzas del mercado no aseguran un desarrollo industrial automático y rápido.

El punto de partida de los estudios neoclásicos es el **modelo de equilibrio**⁴, que supone un mercado de competencia perfecta donde se genera una asignación o distribución eficiente de todos los recursos (Óptimo de Pareto) y donde no se puede aumentar el bienestar de cada uno de los individuos sin que se disminuya el bienestar de, al menos, otro individuo. La literatura neoclásica ofrece un amplio número de estudios⁵ donde se analizan la falta de incentivos que tienen las empresas para innovar, siendo, básicamente, tres formas de disfunción del mercado: **la incertidumbre, las externalidades y las ventajas de escala**⁶, cuyas implicaciones para la política tecnológica se analizarán desde el apartado 3.2 hasta el 3.5. Esta forma de analizar los fallos de mercado parte de la hipótesis de que el mercado de bienes de innovación no cumple los requisitos de un mercado libre y transparente, lo que implica una mala asignación de los recursos y, por lo tanto, la violación del Óptimo de

³ Report of Manufacturers.

⁴ El equilibrio según el teorema de Walras es Pareto-eficiente si se cumple que: Los productores maximizan sus beneficios y los consumidores su utilidad; prevalece la competitividad perfecta y los consumidores y productores no pueden influir sobre los precios de mercado; existe información perfecta sobre precios y cantidades y no hay inseguridad sobre desarrollos futuros (el mercado futuro también es perfecto); todos los mercados están simultáneamente en situación de equilibrio; no existen externalidades, ventajas de escala, bienes públicos o indivisibilidades.

⁵ Entre otros: Nelson, 1959; Arrow, 1962; Machlup, 1962; Dasgupta/Stiglitz, 1980; Stoneman, 1987; Stiglitz, 1991

⁶ Aunque en la literatura se encuentran más formas de fallos de mercado, entre otras: falta de apropiabilidad, riesgo, asimetría de información, indivisibilidad. Resulta que éstas se podrían relacionar de manera directa o indirecta con estas tres formas básicas.

Pareto. Dicho de otro modo, el bien “tecnológico” no cumple los requisitos de los bienes respecto al mercado perfecto⁷.

Según la visión neoclásica y las teorías de la economía del bienestar, la intervención estatal solamente estaría justificada en el caso de que la asignación de los recursos para la generación y difusión de nuevas tecnologías mediante la economía del mercado no fuese apropiada en términos de bienestar, alejándose del Óptimo de Pareto. Esta dislocación puede implicar tanto la falta de esfuerzos de inversión como duplicidad y superabundancia de inversiones.

Sin entrar con detenimiento en la discusión sobre la validez de los conceptos neoclásicos, en la práctica se puede sostener que la literatura neoclásica ofrece un amplio abanico de instrumentos analíticos y teóricos, los cuales muestran los posibles “fallos de mercado” que pueden conducir a un déficit respecto a las inversiones en el campo de innovación, y que analizan el papel del Estado en la vida económica. Pero este análisis, basado en el principio de la competencia perfecta, resulta una interpretación estéril debido a los supuestos idealistas y al carácter estático que hay detrás de la teoría neoclásica. Según Fritsch (1995), se podría defender la justificación de la política tecnológica utilizando los instrumentos analíticos del mercado de competencia perfecta, pero sería erróneo basarse en estos instrumentos para rechazar la intervención estatal, ya que la teoría de la competencia perfecta está basada en supuestos abstractos e “ideales” que rara vez se cumplen en la economía real. La política tecnológica podría ser beneficiosa, aunque no se podría diagnosticar un fallo del mercado pero también podría ser inútil, a pesar de que se pudiese demostrar un fallo de mercado.

La teoría neoclásica, basada en el equilibrio general, indica que “la mano invisible” lleva el desarrollo económico a una situación óptima en términos del bienestar social si se cumplen todos los requisitos del mercado de competencia perfecta⁸. Arrow en su trabajo del año 1962, comparando la situación de un mercado perfecto con la de un monopolio, niega la existencia de tal mercado perfecto. Él argumenta que las particularidades del mercado de la innovación impiden una asignación óptima de los recursos destinados a la generación y difusión de tecnología, ya que el “bien” tecnológico no cumple los requisitos de un mercado de competencia perfecta. Los mercados en el mundo real no son de competencia perfecta sino que existen relaciones de poder exhibiéndose en un amplio número de estructuras, cambiantes en el tiempo. Este enfoque contradice la búsqueda del equilibrio como un proceso central en el desarrollo económico y señala que la integración del proceso tecnológico dentro del modelo neoclásico resulta muy difícil. Las innovaciones no son adaptaciones al desequilibrio en el mercado, pero generan tales equilibrios, ya que la innovación es un proceso abierto donde la suerte tiene un papel importante, pero no se puede prever o planificar. La innovación es un proceso donde el “*demand pull*” y el “*technology push*” se alternan y siguen una evolución inesperada. Estudiando la

⁷ Para que el sistema de mercado pueda asegurar la asignación eficiente de los recursos, se requiere el cumplimiento de los siguientes supuestos: 1) supuesto de libre competencia, donde los individuos y empresas son precios aceptantes y sus acciones no influyen sobre las acciones de los demás; 2) todas y cada una de las transacciones tienen lugar en el mercado y se reflejan en los precios; 3) los productores y consumidores disponen de información perfecta y ésta es completa, sin que haya incertidumbre.

⁸ Como por ejemplo la existencia de libre comercio y, en ausencia de la intervención estatal.

innovación con cierto realismo, resulta que la teoría evolucionista es una alternativa atractiva para estudiar este tema y sus implicaciones políticas. Este pensamiento (Véase sección 4) indica que no se debe partir de un concepto de equilibrio estático, sino desde una perspectiva dinámica (Nelson/Winter, 1982), donde el proceso de cambio tecnológico corresponde al modelo interactivo que se ha presentado en el apartado 1.2. Según el modelo Schumpeteriano de la creación destructiva, los inventores con sus innovaciones salen del equilibrio general obteniendo beneficios extraordinarios. *“Mucho más importante que la forma en que el capitalismo gobierna unas estructuras industriales dadas es la forma en que las crea (Schumpeter, 1942)”*.

Se comentarán dos enfoques teóricos más que ofrecen aportaciones respecto a la justificación de la política tecnológica. En el apartado 3.6 se comentarán las implicaciones políticas de la teoría del crecimiento endógeno, y en la sección 4 se analiza el enfoque evolucionista.

3.2 *Mercados virtuales de futuro, incertidumbre, asimetría de información, y riesgos tecnológicos y económicos.*

El proceso de innovación se desarrolla dentro de un marco dinámico con alto nivel de incertidumbre debido al hecho de que la información manejada está basada en expectativas con un componente especulativo y distribuido de manera asimétrica. Esta situación implica unos riesgos graves sobre el resultado tecnológico y económico. *“Agentes privados que buscan ganancias asignarían o invertirían recursos en la exploración y desarrollo de nuevos productos o procesos de producción si saben, o creen saber, de la existencia de ciertas oportunidades tecnológicas todavía no explotadas, si esperan que exista un mercado para estos nuevos productos o procesos, y, finalmente, si esperan beneficios económicos netos respecto a los costes derivados de la innovación”* (Dosi, 1988).

Pero estos agentes, que quieren invertir en un proyecto de innovación, tienen que hacer un gran número de supuestos sobre el desarrollo de los mercados en el futuro, sobre los costes del proyecto de innovación, sobre los costes de producción y los beneficios esperados, sobre el desarrollo tecnológico de productos competitivos y, por último, sobre la reacción de los competidores. La estimación de tales expectativas implica un alto grado de inseguridad y riesgo económico por parte de las empresas y sus agentes financieros. Además, la incertidumbre y el riesgo respecto al éxito comercial aumentan según se aleja el horizonte del tiempo en que se quieren recuperar las inversiones, como ocurre en la mayoría de los casos de la investigación básica.

Esta inseguridad también está influenciada por **la asimetría de información** en el mercado (Dosi, 1988; Stiglitz, 1991). La innovación está basada en el desarrollo y difusión de información altamente cualificada cuya distribución resulta muy dispar, lo que conlleva desigualdades en el mercado y dificulta el proceso de decisión de los competidores. Los productores podrían tener una falta de información vital sobre el desarrollo tecnológico del sector donde operan, lo que puede causar tanto una actitud conservadora, evitando riesgos eventuales, como una actitud optimista, debida a expectativas no justificadas, respecto a las inversiones en I+D.

Esta asimetría de información dificulta el mecanismo coordinador del mercado perfecto, no solamente respecto a la generación de nuevas tecnologías sino también respecto a su

comercialización, induciendo un proceso de transferencia tecnológica poco eficiente. Un estudio empírico sobre la transferencia tecnológica hacia las PYMES en Alemania indica que, por un lado, los productores de la tecnología no son conscientes de las necesidades y, por otro lado, los usuarios no están informados de todas las soluciones en el mercado (Beise et al., 1995). La falta de flujos de información y, al mismo tiempo, la sobrecarga informativa⁹ implican que la oferta y la demanda no se acoplen, originando una pérdida en términos de beneficio tanto para el innovador como para su cliente potencial, disminuyendo el bienestar social que queda, así, alejado del Óptimo de Pareto.

Las empresas que emprenden actuaciones innovadoras cuentan con un mercado virtual basado en expectativas especulativas sobre costes y beneficios, un mercado no transparente y seguro. Las limitaciones de la eficiencia del propio proceso de desarrollo tecnológico y la inseguridad hacia los mercados de futuro implican que la innovación sea muy susceptible a posibles distorsiones en el desarrollo de la demanda y oferta (Metcalf, 1995). Incluso en el caso de que la empresa sea consciente de todos los elementos relevantes, podría ser que las actuaciones posteriores de otros agentes económicos modificaran las posibilidades relacionadas con la comercialización del nuevo producto. Tal inseguridad podría influir en las decisiones de las empresas y dañar, así, la asignación eficiente de los recursos.

La inseguridad y riesgos comerciales conducen a **imperfecciones en el mercado de capitales**. Debido al carácter especulativo y a las estimaciones subjetivas de los riesgos percibidos de la actividad tecnológica, los costes relacionados con los proyectos no son iguales para todas las empresas. Los costes finales de un proyecto dependen, por un lado, de la eficiencia y capacidades tecnológicas de la empresa y, por otro, de la seguridad y garantías que ofrece la empresa para cumplir sus obligaciones financieras (amortización de la deuda, reparto de dividendos y beneficios, etc.). Que las empresas puedan obtener financiación de sus actividades innovadoras a igual precio resulta una utopía. No para todas las empresas que tienen que buscar recursos financieros en el mercado se aplica el mismo interés. Por un lado, las empresas con una relación de confianza duradera, eficiencia y éxito económico mostrado, y/o las empresas con bastantes bienes como prenda obtienen créditos más baratos. Mientras que para las empresas desconocidas sin bienes de garantía el riesgo es mayor y, por ello, las instituciones financieras exigen intereses mayores, limitan la cantidad o negarían cualquier forma de financiación. Cuanto mayor el presupuesto y riesgo de los proyectos innovadores, en relación con el tamaño de la empresa, mayor será el interés, la exigencia de bienes como prenda y las restricciones adicionales (Klodt, 1995).

Implicaciones políticas

Respecto a **la incertidumbre y los riesgos económicos**, el Estado podría emplear dos vías de actuaciones. Primero, podría tener un papel activo, optando por la inversión pública en tecnologías claves, costosas y con gran importancia para el desarrollo del sistema productivo, asumiendo los riesgos financieros de un eventual fracaso. Por otro lado, puede tener un papel menos activo, dejando las iniciativas al mercado y funcionando como

⁹ La velocidad con la que se generan nuevas innovaciones y la cantidad de publicaciones implican que los productores no puedan estar al tanto de todas las tendencias innovadoras, un problema especialmente importante para las PYMES con recursos limitados (Ewers/Wettmann, 1980; Kleinknecht, 1987; Rothwell/Dodgson, 1991; Dankbaar et al., 1993; Beise et al., 1995).

fiador, garantizando a los bancos la recuperación de los créditos en el caso de la existencia de problemas financieros derivados de los proyectos de innovación. Aunque esta segunda opción parece una política más neutral respecto a la asignación, podría implicar un aumento del número de empresas innovadoras y de la demanda de los recursos en I+D, especialmente en personal investigador, lo que podría implicar un aumento de costes en I+D (Klodt, 1995) que, a su vez, podría conducir a una mayor esfuerzo en gastos en I+D puramente artificial.

Pero teniendo en cuenta que los problemas aquí mencionados también afectan a la actuación de la administración pública habría que tener en cuenta: ¿el Estado puede coordinar mejor las actividades de innovación que el mercado?, y ¿el Estado es un agente que juega un papel puramente neutral dentro del sistema económico o más bien actúa bajo la influencia de presiones políticas?. Respecto a la primera pregunta habría que tener en cuenta que la intervención estatal también puede ser errónea. Los responsables políticos, igual que los empresarios, están condicionados por una racionalidad limitada que hace imposible una planificación correcta y eficiente de las actuaciones estatales. No existe el agente político óptimo totalmente informado que pueda identificar los problemas y saber los efectos exactos de posibles soluciones y planificar e aplicar sus actuaciones de manera óptima (Hayek, 1945). También el Estado sufre las consecuencias de los flujos de información imperfecta y asimétrica. Krugman y Obstfeld (1994) indican que la intervención estatal tendría sentido si el Estado es capaz de valorar y seleccionar mejor que los agentes privados los sectores o tecnologías claves con un crecimiento potencial, y señalan, a su vez, que los agentes privados subvaloran más que la administración pública las perspectivas futuras de crecimiento.

3.3 *Externalidades, bienes públicos y apropiabilidad*

Un segundo aspecto básico que implica un fallo del mercado y deficiencias respecto a la competencia perfecta son las denominadas **externalidades**. Este término está asociado de manera directa con los conceptos “bien público” y “apropiabilidad”. Respecto al proceso de innovación, estos tres conceptos parten de la misma idea global; el conocimiento, en muchos casos, es un bien fácil de copiar (bien público) y su uso y comercialización no está limitado a aquellos agentes económicos que lo producen (problema de apropiabilidad)¹⁰. Entonces el Estado podría desplazar, mediante I+D pública, la frontera tecnológica de su sistema productivo, generando externalidades utilizables para todas las empresas.

Desde el punto de vista de las empresas, se pueden definir **las externalidades** como aquellos bienes que podrían ser utilizados por otros agentes económicos sin tener que pagar su valor en el mercado. Resulta que las empresas que inician sus actividades innovadoras más tarde se benefician, mediante la imitación de patentes y la movilidad de recursos humanos, de las inversiones de otras empresas. Esta estrategia bajaría los rendimientos de las inversiones de una empresa y, por lo tanto, los incentivos de innovar, o, dicho de otro modo, las actividades innovadoras de una empresas posibilitan y abaratan el trabajo innovador de otras empresas sin transacción económica de por medio. Esta definición estaría directamente relacionada con el problema de **la apropiabilidad** de la

¹⁰ Como se ha explicado al principio de este documento, no todos los conocimientos son “Bienes Públicos”. Existen muchas innovaciones que están basadas en la acumulación de experiencias difíciles de transferir y en tales casos la imitación resulta difícil y costosa.

innovación, ya que los resultados de la inversión en I+D no son propiedad exclusiva de la empresa que la genera, lo que implica que el producto tecnológico se convierte en **un bien público** (OECD, 1992, Pág.51). Es decir, los conceptos “apropiabilidad” y “bien público” son dos caras de la misma moneda. Este problema es especialmente grave para las empresas o industrias donde la generación de conocimientos es el aspecto central de la empresa.

Desde el punto de vista de la administración pública, el concepto de externalidades se puede definir, por un lado, como efectos derivados de actividades de la administración pública en la ejecución de sus responsabilidades públicas, y, por otro, como efectos positivos sobre el sistema productivo generados de manera expresa por el Estado. Los resultados tecnológicos obtenidos en centros públicos de I+D tienen como objetivo generar tales externalidades. Su difusión –mediante la distribución de información o la formación de investigadores- lo convierte, así, en un bien público, ofrecido para su uso general y gratuitamente por parte de la administración pública. Es decir, el Estado tendría que generar de manera expresa externalidades para desplazar la frontera tecnológica de su sistema productivo (Nelson, 1959; Arrow, 1962).

Implicaciones políticas

Para el estudio de la política tecnológica, las diferencias entre los conceptos de externalidades, bienes públicos y apropiabilidad son meramente graduales, ya que las implicaciones políticas son muy parecidas. A partir de la discusión sobre estos conceptos se puede justificar una política tecnológica que tendría dos vertientes. La primera implicaría mejorar el proceso de apropiación de la innovación mediante la protección de la propiedad intelectual (como las patentes, dibujos industriales, etc.). La segunda sería relacionar la intervención estatal con las externalidades positivas de la I+D pública, es decir, ofrecer conocimientos como un bien público, desplazando la frontera tecnológica del sistema nacional y regional de innovación

Todo esto no implica que, de esta manera, el Estado tenga plena libertad respecto a la aplicación de su política tecnológica.

En primer lugar, la intervención estatal solamente estaría justificada en aquellos campos del conocimiento donde existan externalidades que carecen de forma alguna de apropiabilidad por parte de las empresas. Solamente en el caso de que no exista o no se pueda crear un concepto de apropiabilidad -bien debido al carácter acumulativo de conocimientos, bien mediante mecanismos artificiales como las patentes-, se puede hablar de fallos de mercado que pueden ser neutralizados por parte del Estado.

En segundo lugar, la intervención estatal solamente estaría justificada en el caso de que las externalidades esperadas generaran un incremento del bienestar social neto, y tendrían que ser eliminadas en el momento en que los costes marginales de la producción pública del “saber” fueran mayores que la suma de las utilidades marginales del uso potencial de los conocimientos (Samuelson, 1954, 1955) . Resulta muy difícil estimar el nivel óptimo de subsidios para la generación de conocimientos de carácter público. La propia naturaleza de las externalidades implica la dificultad de medir los beneficios, ya que son bienes virtuales que no tienen un precio en el mercado. Tal cálculo tendría que incluir los costes de externalidades negativas, que serían los costes de oportunidad o los costes relacionados

con la actitud de las empresas que sustituyen capital privado inicialmente previsto para invertir en I+D por fondos públicos.

En tercer lugar, los responsables de la intervención pública tienen que ser cuidadosos de no distorsionar el mecanismo de la competencia perfecta, favoreciendo solamente a una parte de las empresas y desfavoreciendo a otras mediante una política desleal, siendo un argumento que también se podría interpretar como una externalidad negativa. En cuarto lugar, la protección de las propiedades intelectuales también puede implicar pérdidas, en términos de bienestar social, por limitar el desplazamiento de la frontera tecnológica del sistema productivo, debido a una difusión menos generalizada.

El tratamiento de la apropiabilidad, las externalidades y los bienes públicos habría que interpretarlo dentro del marco de los dos modelos del cambio tecnológico que se han explicado al principio de este documento. Tanto los neoclásicos como los autores de la teoría del nuevo crecimiento han destacado el carácter público de la tecnología, generando externalidades importantes para todo el sistema productivo. Pero el concepto de la tecnología, como un bien público que genera externalidades debido a la falta de apropiabilidad, está basado en los supuestos del modelo lineal de innovación. Los conocimientos que se pueden asociar con el concepto del modelo lineal podrían generar una mala asignación de recursos, en el sentido del Óptimo de Pareto. Las dificultades para su apropiación privada y la incertidumbre de su desarrollo implican que el mercado no es eficiente para asignar los recursos a su producción, existiendo, así, un amplio margen para la intervención del Estado. Mientras que el concepto de los conocimientos según el modelo interactivo implicaría que el papel del Estado sería distinto, y, desde una perspectiva neoclásica, no automáticamente justificada.

3.4 *Indivisibilidad y ventajas de escala*

Independientemente al estado tecnológico, habría que revisar la hipótesis de que cuanto mayor sea el gasto en I+D, mayor será el progreso tecnológico. El esfuerzo tecnológico (recursos financieros y humanos) no está relacionado directamente con los resultados científicos y tecnológicos de este proceso ni tampoco con el éxito de su comercialización en el mercado. Por un lado, se necesita una cierta masa crítica de recursos (gastos en I+D, recursos humanos y acumulación de experiencia) para poder obtener unos resultados mínimos, mientras que, por otro lado, las empresas que intentan adelantar ciertos progresos tecnológicos en el tiempo se encuentran con la situación de que, a partir de un cierto esfuerzo innovador, el avance tecnológico se estanca, lo que implica que los costes marginales, a partir de un cierto nivel de gastos en I+D, superan a los beneficios marginales¹¹. “La necesidad de una masa crítica, la existencia de rendimientos crecientes por el uso de ciertas instalaciones y equipos, el largo período de maduración y el carácter normalmente de capital intensivo relacionado con las actividades de innovación hacen que les afecten particularmente las imperfecciones existentes en los mercados principales” (Buesa/Navarro, 1997).

¹¹ Las ventajas de escala para la función de producción implican que, a partir de cierto punto, los costes marginales son inferiores a los costes medios e invalida que se pueda igualar el precio marginal a los costes marginales. Las ventajas de escala incentivan a las empresas a monopolizar su mercado generando una barrera creciente entre costes marginales y precios del mercado (Geroski, 1995).

La indivisibilidad y los altos costes de iniciar el proceso de I+D pueden implicar que solamente algunas empresas grandes puedan iniciar tales actividades y monopolizar el mercado. Las PYMES y las empresas que solamente pueden acudir a mercados de tamaño limitado, como las empresas grandes en los países pequeños, se encuentran con unas barreras de entrada muy altas. El tipo de instrumentos políticos que requiere este problema podría ser la creación de centros tecnológicos o de consultaría al servicio de la pequeñas y medianas empresas cuyas actividades innovadoras no llegan a la masa crítica. La política tecnológica dirigida hacia las PYMES se justifica en muchas ocasiones con el argumento de disminuir barreras de entrada mencionadas; pero el Estado tendría que estar atento de no interferir en los poderes del mercado, ya que se podría argumentar que las ventajas de escala también se podría obtener en el mercado mediante la cooperación de las empresas en este campo (joint ventures, proyectos de I+D cooperativos, concertación o fusión, etc.).

3.5 *Superabundancia de inversiones en I+D en un mercado de competencia perfecta*

Aparte de los riesgos económicos y la incertidumbre, existen muchos agentes económicos dispuestos a arriesgarse debido a los beneficios extraordinarios esperados en los sectores de alta tecnología. Esta apuesta fuerte para obtener ventajas comparativas y estratégicas respecto a sus competidores podría implicar una superabundancia de inversiones que supondría una mala asignación de recursos en términos del Óptimo de Pareto.

Un ejemplo de excesiva inversión en I+D por parte del sector privado lo ofrece el concepto de “*la carrera de las patentes*”¹². Este planteamiento se fundamenta en el estudio del patrón de inversiones en productos basado en un alto valor innovador, el cual se puede monopolizar mediante patentes. En el caso de desarrollar una nueva patente, solamente la empresa ganadora alcanza una ganancia extraordinaria, mientras que para las demás los beneficios netos resultan negativos. La consecuencia de tal ejercicio es que el gasto de las empresas en I+D es superior al gasto hipotético de un planificador social, lo que implica una pérdida del bienestar social.

Muy parecido a la carrera de las patentes es el planteamiento schumpeteriano basado en la innovación como un proceso de destrucción creativa. Aghion y Howitt (1992) han elaborado un modelo econométrico donde indican que la inversión en I+D del período actual depende de las inversiones esperadas en I+D en el futuro. Este modelo supone que las empresas innovadoras pueden monopolizar su mercado de manera temporal hasta que otro innovador deje sus productos obsoletos, destruyendo los beneficios de sus competidores. La innovación no solamente genera beneficios mediante un aumento de eficiencia, sino también pérdidas para aquellas empresas cuyos productos han quedado obsoletos y que no han podido recuperar o amortizar sus inversiones. El período entre dos innovaciones “*verticales*” de producto no está dado, y la realidad económica indica que el ciclo de vida de los productos se ha visto seriamente acortado. Otro efecto negativo

¹² El modelo teórico de la carrera de patentes fue formulado primero por Barzel (1968), que indica que la falta de la apropiabilidad mediante, por ejemplo, patentes puede desembocar en una sobreinversión en la producción de conocimientos. Estudios posteriores al respecto son, entre otros, los de Hirshleifer (1971); Kamien/Schwartz, 1972/1982; Loury, 1979; Lee/Wilde, 1980; Dasgupta/Stiglitz, 1980; Dixit, 1988.

relacionado con esta teoría sería la pérdida temporal de eficiencia por parte de las empresas usuarias de los productos, las cuales retrasan las inversiones en la modernización de su sistema productivo bajo la expectativa de una innovación revolucionaria. Esta pérdida afectaría, a corto plazo, a las empresas usuarias mediante una ineficiencia temporal y a las empresas cuyos productos se ven amenazados por innovaciones futuras.

Un tercer planteamiento, que conduce a la superabundancia de inversiones, se conoce bajo el denominador de “*rent dissipation*” o “*no tournament model*”. Igual que en el ejemplo de “*la carrera de patentes*”, este planteamiento también basa sus análisis en las pérdidas debidas a la investigación paralela o duplicada. Esta línea de argumentación se basa en los estudios de Dasgupta y Stiglitz (1980a; 1980b), que parten de un mercado donde se puede obtener una reducción de costes mediante la innovación, pero los resultados innovadores no se pueden monopolizar. En tal caso, cada una de las empresas invierten hasta que los beneficios de la innovación se igualan a los costes de innovación. Esta dinámica induce a una competencia en investigación, cuyos beneficios, en términos de bienestar social, desaparecen debido a la duplicación de las investigaciones (Efecto de disipación). Otra forma muy parecida de investigación paralela o duplicada es el “*non tournament model*” (Véase Stoneman, 1995). Un modelo en el que se suponen inversiones excesivas en I+D por empresas que desarrollan dos innovaciones distintas con el mismo objetivo. En ambos casos el problema es que cada una de las empresas, para poder obtener las mismas ventajas que la empresa inicial, tiene que gastar la misma cantidad para repetir la investigación, obteniendo un resultado “innovador” similar al de las demás empresas, duplicando así los costes de I+D.

En cada uno de los planteamientos comentados, las inversiones en I+D son justificables desde el punto de vista de la empresa micro-económica, pero desde la óptica del bienestar social podrían resultar ineficientes. La pregunta es: si las empresas de este modo invierten demasiado en I+D ¿habría que limitar mediante una intervención estatal las inversiones? y ¿cómo se podría llevar a cabo tal política en la práctica? En la practica apenas existen mecanismos para resolver esta pregunta.

3.6 *Nuevas teorías del crecimiento o la teoría del crecimiento endógeno*

Inicialmente, las teorías neoclásicas no consideraban el progreso tecnológico como un factor central para el crecimiento y lo han considerado siempre como un factor marginal a partir de la formalización de los modelos de crecimiento económico. No es que este aspecto haya sido totalmente olvidado, pero, hasta la aparición de los estudios de Solow, ha sido más bien ignorado. Estos estudios han revalorizado totalmente el papel de la tecnología. Solow ha mostrado que la productividad de los trabajadores había crecido mucho más de lo que se puede explicar teniendo en cuenta solamente la acumulación del factor capital, e indica que este “residuo”¹³ se debe al progreso tecnológico. A partir de este estudio, los neoclásicos han desarrollado modelos integrando el proceso tecnológico, mediante un índice tecnológico, a la función agregada del modelo de crecimiento, siendo un índice de índole exógena y no costoso. Es decir, el progreso científico y el avance tecnológico eran fenómenos exógenos, con

¹³ La diferencia entre el crecimiento esperado teóricamente y el crecimiento encontrado por Solow, a partir del estudio de la productividad, se llama “Residuo de Solow”, que se ha interpretado como la evidencia de la importancia del proceso de innovación para el crecimiento económico.

indudables implicaciones tecnológicas, pero movidos por una lógica interna que se escapa la disciplina del mercado.

La crítica de las teorías nuevas del crecimiento se basa, justamente, en el carácter exógeno aplicado al desarrollo tecnológico por parte de los modelos tradicionales. Según estos científicos (entre otros; Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988), el desarrollo tecnológico no se puede considerar como un proceso exógeno que se desarrolla en una caja negra, sino que hay que integrarlo como una variable endógena¹⁴ del crecimiento económico. El progreso tecnológico es el elemento central en el modelo de crecimiento endógeno, y no incluye sólo la investigación, sino también la formación de capital humano. Según esta teoría, la mano de obra cualificada es un input importante, no sólo para el propio proceso de innovación sino también para el de producción. La educación y formación generan efectos externos positivos para el crecimiento económico. Romer (1986, 1990), uno de los primeros en desarrollar el modelo de crecimiento endógeno, indica que hay distintos ritmos de crecimiento en los países debido al concepto de ventajas de escala crecientes en la producción industrial, la existencia de externalidades dentro de una economía o sector, y la existencia de “beneficios dinámicos de escala” en forma de aprendizaje.

Siendo el progreso tecnológico una variable endógena, la nueva teoría del crecimiento argumenta que se puede acelerar el crecimiento económico mediante medidas políticas basadas en las externalidades del desarrollo tecnológico¹⁵. Tal política tendría que potenciar el sistema productivo para una especialización en sectores de tecnología intensiva e, iniciar así, un proceso de crecimiento a largo plazo y aumentar el bienestar, lo que no se realizaría sin la intervención estatal. El progreso tecnológico no es una variable exógena, pero habría que producirla mediante la asignación de una parte de los recursos existentes en la economía. Esto implica que los agentes económicos tendrían que limitar, por lo menos temporalmente, sus recursos hacia el consumo. En el modelo de Romer (1986), la producción endógena de conocimientos o progreso tecnológico sustituye a los efectos de estimulación del crecimiento procedentes de los factores de producción capital y trabajo. Todo esto supone que el progreso tecnológico es una variable endógena del modelo de crecimiento. Romer parte de un concepto basado en como los conocimientos tecnológicos cumplen los requisitos de los bienes públicos y su utilización no sería empresa específica y, por lo tanto, en línea con los conceptos de Kaldor, las empresas individuales no son las responsables de la producción de conocimientos tecnológicos sino la sociedad en su conjunto. La falta de apropiabilidad implica unas inversiones no-óptimas en la generación de los conocimientos.

La nueva teoría del crecimiento supone la existencia de un mercado de “bienes innovadores”, y los investigadores dirigirán sus esfuerzos hacia las actividades más rentables. Como ya se ha mencionado anteriormente, la producción de información es

¹⁴ Por esta razón, la nueva teoría del crecimiento también se llama “modelo de crecimiento endógeno”, ya que intenta endogeneizar las variables que aparecen como determinantes para el crecimiento económico, especialmente el cambio tecnológico y el capital humano.

¹⁵ Aunque cabe mencionar que los científicos que han desarrollado esta teoría no tenían como objetivo diseñar un modelo de intervención estatal, sino más bien analizar los distintos aspectos que podrían explicar el crecimiento, su trabajo implícitamente justificaría, en ciertas ocasiones, la intervención estatal en el cambio tecnológico.

un proceso de naturaleza distinta al de la producción de bienes físicos y comercialmente más arriesgado. El alto riesgo inherente a la producción de información y la dificultad de apropiación de sus beneficios tienden a reducir el valor privado de la información por debajo de su valor o producto social (Arrow, 1962). Que un bien sea un bien público depende de su grado de rivalidad y de la dificultad de exclusión (Cornes/Sandler, 1986). Que sea de rivalidad pura implica, que cuando una persona/empresa lo usa, otra no puede utilizarlo; mientras que, por otro lado, la no rivalidad implica que un bien utilizado por una persona puede ser utilizado, al mismo tiempo, por otra. La dificultad de exclusión o, mejor dicho, la apropiabilidad implica que el propietario no siempre puede evitar que otros utilicen ciertos bienes. Este problema se intenta resolver con medidas legales o a través del secreto industrial, pero no siempre se puede evitar el uso de ciertas tecnologías por parte de otras empresas. Ningún tipo de protección legal puede convertir algo tan intangible como la información en un bien completamente apropiable (Arrow, 1962). La patente reduce el problema de apropiabilidad, pero, al mismo tiempo, reduce el nivel de utilización de las externalidades que podrían generarse.

La no-rivalidad tiene dos implicaciones importantes para el modelo de crecimiento endógeno. Primero, el conocimiento, que se puede acumular y aumentar sin límites, no se puede apropiar de manera ilimitada, y su existencia nunca desaparece. Pero el capital humano (bien rival y excluible) solamente se puede mejorar de manera limitada, según el número de habitantes, su talento y edad. Además de los costes directos de formación, habría que tener en cuenta los costes de oportunidad, o sea, aquéllos que no se producen en el tiempo de formación.

Implicaciones políticas

La teoría del crecimiento endógeno considera el progreso tecnológico como uno de los locomotores del crecimiento económico basándose en su gran capacidad de generar externalidades. La administración pública podría estimular el crecimiento mediante inversiones en I+D cuyos resultados tendrían el carácter de bien público generando de esta forma externalidades (Romer, 1988), o mediante la formación y educación de los recursos humanos (Lucas, 1988). Los nuevos modelos de crecimiento no entran en conflicto con los analizados en los apartados donde se trataban los problemas de apropiabilidad, externalidades, ventajas de escala, etc. La teoría de crecimiento endógeno utiliza tales conceptos para mostrar su teoría, y la creación de externalidades mediante el progreso tecnológico es un aspecto central en los nuevos modelos de crecimiento (véanse los estudios de Romer, 1990; Grossman/Helpman, 1991). Es aquí donde se asigna un papel a la intervención estatal. Tampoco entra en conflicto con el modelo evolucionista (véase la siguiente sección). El trabajo de Lipsey (1999) ofrece un análisis muy interesante de un modelo Estructuralista-Evolucionista que intenta combinar el modelo de crecimiento endógeno con la teoría evolucionista. Para no extenderme demasiado se ha optado, por no entrar en esta discusión.

Los nuevos modelos de crecimiento muestran el modo en que la intervención estatal tiene un efecto positivo -o no- sobre el crecimiento nacional, aunque este efecto dependería de los parámetros de la tecnología. Si las nuevas tecnologías poseen un carácter de “bien público” se puede desplazar la frontera tecnológica a un nivel más alto, por lo que, la promoción de I+D pública resulta lógica. Si se maneja el concepto schumpeteriano de la “destrucción creativa”, que basa sus beneficios extraordinarios en

dejar obsoleta la tecnología existente y, por lo tanto, los beneficios de innovación se obtienen mediante la disminución de los beneficios existentes de otras empresas, el mercado podría generar una abundancia de inversiones en I+D (Aghion/Howitt, 1992) y se tendrían que reconsiderar las inversiones innovadoras por parte de la administración pública buscando una situación de equilibrio entre los intereses privados de las empresas y el interés de la sociedad en su conjunto.

Las teorías analizadas hasta ahora indican como las empresas gastan en exceso ó en defecto en innovación, generan nuevas tecnologías muy pronto o demasiado tarde, y dan lugar a innovaciones que son muy similares o, bien demasiado dispersas, lo que implica que la política tecnológica depende, en cada momento, de las circunstancias (Metcalfé, 1997). Por lo tanto, se podría defender tanto una política de subvenciones como la promoción de las actividades innovadoras así como una política que trate de evitar la superabundancia de los gastos en I+D (véase Grossman/Helpman, 1990)..

4 LA POLÍTICA TECNOLÓGICA DESDE UN ENFOQUE EVOLUCIONISTA.

Como último argumento a favor de una política tecnológica, tanto en los países más avanzados como en países y regiones menos desarrolladas, se puede señalar el hecho de que la mejora del nivel tecnológico es un aspecto fundamental para la creación de ventajas competitivas sostenibles (Nelson/Winter, 1982; Winter, 1984; Porter, 1990; Dosi, 1988; Hall, 1994; Freeman, 1994; Dosi et al., 1995); para el crecimiento económico a largo plazo (Fagerberg, 1994).

Como se ha explicado con anterioridad, la teoría económica basada en el concepto de los fallos de mercado y en el de Óptimo de Pareto justifica la intervención estatal en caso de que el “bien” tecnológico no cumpla los requisitos del mercado. El Estado tendría que posibilitar el desarrollo del mercado asegurando el buen funcionamiento de la “mano invisible”. Según muchos autores, los conceptos de equilibrio de mercado, competencia perfecta u Óptimo de Pareto y la innovación son por definición incompatibles (Schumpeter, 1942; Dasgupta/Stiglitz, 1980^a; Dixit, 1988; Metcalfé, 1997). No hay que olvidar que, según la teoría schumpeteriana, la innovación genera desequilibrios en el mercado y que las empresas innovadoras buscan, a partir de nuevas tecnologías, el monopolio temporal para obtener beneficios extraordinarios. Según Porter (1990), la prosperidad nacional se crea, no se hereda. No surge de los dones naturales de un país, del conjunto de su mano de obra, de sus tipos de interés o del valor de su moneda, como afirma con insistencia la economía clásica. La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar, un aspecto que se ha formado poco a poco, y el Estado tendría que asumir un papel activa para cuidar, estimular y desarrollarlo.

La teoría de corte evolucionista¹⁶ también parte de esta idea global donde no existe una mano invisible que asegure un óptimo, sino que se puede influir sobre el proceso de innovación y el crecimiento económico. Sin que se pretende tratar aquí de forma

¹⁶ Para un análisis más amplio de esta teoría, se puede consultar, entre otros, Nelson/Winter, 1982; Hall, 1984; Metcalfé, 1995.

exhaustiva la teoría evolucionista, cabe mencionar sus puntos de partida más relevantes. Según esta teoría, el cambio tecnológico es un proceso endógeno del sistema económico que está interrelacionado con las estructuras del mercado; existen múltiples formas de articular la innovación por parte de las empresas. Así, la capacidad tecnológica depende de un proceso de acumulación de experiencias y aprendizaje de las empresas del sistema nacional de innovación. Solamente desde la dinámica del propio proceso innovador se pueden entender y explicar los cambios de la estructura de los mercados, el comportamiento diferencial de las empresas y la importancia de la innovación para el propio desarrollo económico.

Para tener en cuenta las implicaciones políticas de la teoría evolucionista, habría que referir de nuevo a las características de los dos modelos del cambio tecnológico –el modelo lineal y el modelo interactivo-. Resulta fundamental reconocer que reflejan dos conceptos opuestos de caracterización de los conocimientos. Por un lado, existen ciertos tipos de conocimiento que se pueden denominar bienes públicos, ya que son fáciles de copiar, sin costes adicionales, lo que implica que puedan apropiarse de ellos de manera libre cada uno de los agentes económicos (modelo lineal). Por otro lado, hay conocimientos que serían más bien “bienes privados”, ya que están basados en un proceso de acumulación de conocimientos y aprendizaje, y su imitación sería un proceso costoso en recursos financieros y en tiempo (modelo interactivo). Resulta que no todos los conocimientos y “productos tecnológicos” se pueden considerar como un “bien público” o un “bien privado”, pero, en general, el bien tecnológico responde a características de ambos modelos.

El modelo lineal, junto con la teoría de los fallos de mercado, ha dado lugar a una política tecnológica dirigida hacia la generación de nuevos conocimientos del tipo “bien público”, cuya difusión en el sistema productivo se produce sin costes adicionales para las empresas. En los años ochenta, uno de los criterios para apoyar proyectos de innovación fue su carácter precompetitivo, siendo innovaciones o conocimientos de utilidad general, que, de esta forma, producirían un desplazamiento de la frontera tecnológica, generación de externalidades y un aumento del bienestar social. Además, ha generado una política de regulación y protección como intento de corregir los problemas de apropiabilidad.

El reconocimiento del modelo interactivo implica que la política tecnológica basada únicamente en la generación de tecnologías no es suficiente¹⁷. La creación de innovaciones y su conversión en productos para el mercado son dos procesos de índole muy distinta (Schumpeter, 1934; Teece, 1986). El objetivo central de la política, desde el punto de vista evolucionista, es estimular las capacidades tecnológicas e innovadoras del sistema económico, iniciando y acelerando el proceso de aprendizaje en empresas y otros organismos, creando, así, una variedad de comportamientos. Siendo la innovación una

¹⁷ Una idea también señalada en la realidad empírica. Por ejemplo, en la discusión sobre los resultados de los programas comunitarios, se ha llegado a la conclusión de que la oferta de conocimientos tecnológicos ya no es el problema principal en los países desarrollados, sino que el problema es su difusión y la transformación rápida en productos comercializables (Stride, 1995). La consecuencia sería un desplazamiento desde la fase de oferta tecnológica hacia la fase de implantación y difusión del proceso de innovación tecnológica, aunque ambas formas de ayuda se podrían considerar complementarias.

actividad compleja de índole acumulativa y la transferencia tecnológica una actividad difícil y costosa, un aspecto importante de la política tecnológica sería el apoyo a la gestión empresarial de la innovación (especialmente para las PYMES), la mejora de la infraestructura tecnológica y el fomento de los flujos de transferencia tecnológica (Dankbaar, 1993; Metcalfe, 1995; Kleinknecht/, 1991). Es decir, el Estado tendría que estimular tanto el entorno de la empresa como la capacidades tecnológicas de las empresas en si mismo.

La importancia del progreso tecnológico para el crecimiento a largo plazo no sólo depende del intercambio entre los sectores de I+D y el sector de producción, sino también de la selección de ciertas tecnologías que, a corto plazo, sean importantes para el desarrollo económico, aunque puedan quedarse obsoletas en el caso de una innovación radical. El esfuerzo estatal tendría que dirigirse tanto a la generación de nuevas tecnologías como a la difusión de las existentes. Además, la política tendría que tener en cuenta el efecto de “path dependency”. Este efecto, ligado al modelo interactivo del cambio tecnológico, implica que puedan existir altos costes para la corrección de una especialización equivocada o un cambio de los parámetros tecnológicos que, debido a la tecnología tradicionalmente utilizada, quedan obsoletos. O sea, una empresa especializada en un cierto tipo de tecnología para producir un producto no puede cambiar de manera fácil de tecnología. Este efecto (“Lock in effect” o “path dependency”) existe independientemente de la intervención o no del Estado. El enfoque evolucionista, cuya política está centrada en la creatividad de empresas y el apoyo a instituciones, afirma que la novedad no se puede vaticinar, y, por tanto, el sistema nacional y regional de innovación se tendría que preparar para poder reaccionar a cambios tecnológicos de índole radical, evitando, de esta forma, los posibles efectos “lock-inn¹⁸”.

Aunque la teoría sobre las políticas tecnológicas todavía no está claramente desarrollada, sí se mencionan algunas líneas generales. Primero, esta teoría se desvía de los conceptos de equilibrio y búsqueda del óptimo económico teniendo en cuenta que los cambios tecnológicos –que implican futuros inciertos e información imperfecta- son procesos que, en gran parte, determinan el cambio estructural y el desarrollo económico; Segundo, la importancia de la eficiencia y la maximización de la producción de información científica han sido superada por la atención a la creatividad, la adaptación a los cambios en el mercado y el aprovechamiento de las oportunidades tecnológicas (Smith, 1991). La política estaría más interesada en asegurar el proceso de aprendizaje y la capacidad de adaptación del sistema nacional y regional de innovación que en los resultados tecnológicos concretos. La política tecnológica tendría que concentrarse más en la evolución conjunta del entorno tecnológico y el del mercado que en las innovaciones individuales. El Estado no tiene mejor información sobre las tecnologías y su desarrollo futuro, pero sí cierta superioridad en la coordinación e integración de distintos componentes del sistema de innovación. Esta forma de actuar desvía la atención de los “fallos de mercado”, subrayando la importancia de la mejora del comportamiento competitivo y la atención necesaria a los cambios estructurales (Mowery/Rosenberg, 1989).

¹⁸ Una de las políticas para evitar tal efecto son los estudios (sobre todo realizados en EE.UU., Japón y Alemania) sobre la importancia de las nuevas tecnologías e innovaciones para el sistema productivo.

La Administración Pública podría tener un papel relativamente importante en la modelización del sistema nacional y regional de innovación, pero está al mismo tiempo restringido por los demás factores del sistema nacional y regional de innovación. En diversos estudios empíricos se ha subrayado que el papel del Estado en el desarrollo económico de un país o región resulta ser marginal, y el éxito económico de una región depende sobre todo del sistema productivo existente y de la actitud de los empresarios (véanse, entre otros, los estudios de Porter, 1990; Cook/Morgan, 1994; Sternberg, 1994).

Una política tecnológica de corte evolucionista también sería fundamental para los países menos desarrollados. La competitividad y nivel de empleo se puede sostener a corto plazo mediante moderación salarial en combinación con inversiones extranjeras, pero, en cuanto los competidores siguen la misma estrategia, los beneficios desaparecen, poniendo en marcha una espiral descendente de competencia destructiva basada en un deterioro continuo de salarios, sin que se aumente la productividad. Se podrían combinar ambas estrategias a corto plazo, pero si los países menos desarrollados quieren mejorar su nivel de bienestar a largo plazo, tendrán que desviarse gradualmente de esta estrategia de moderación salarial y optar por inversiones en la modernización del tejido industrial mediante la innovación. Inicialmente tal estrategia puede estar basada en importaciones de la tecnología e inversiones desde el exterior, pero debe ser complementada progresivamente con la construcción de un sistema de innovación endógeno. Pyke, Becattini y Sengenberger (1992) comentan que el apoyo a la innovación para PYMES no sólo es importante para las industrias más modernas, sino que también puede tener un papel importante para el desarrollo de sectores tradicionales. Muchos países han perdido el interés en el apoyo de las PYMES de industrias tradicionales¹⁹, frecuentemente localizadas en las regiones periféricas, como la textil, la de confección o la de pieles. Pyke, Becattini y Sengenberger refutan la idea de que estas industrias habría que desplazarlas a países con bajos salarios ya que, con una política tecnológica se podrían reforzar los métodos de producción, gestión comercial y mejorar la posición competitiva. Esto implicaría una política basada en recursos endógenos, en combinación con un input tecnológico, y de gestión empresarial. También países con un déficit tecnológico grande pueden avanzar mediante un proceso de innovación, ya que buena parte de la innovación es banal y su aportación marginal, dependiendo más de la acumulación de pequeñas intuiciones y progresos que de un único invento tecnológico importante (Porter, 1991). A menudo, implica la utilización de ideas que ni siquiera son nuevas, ideas que han estado ahí, pero que nunca han sido aplicadas con anterioridad, lo que subraya, de nuevo, que la transferencia tecnológica es un aspecto fundamental del proceso innovador.

Se pueden señalar distintos aspectos que manifiestan que, hasta hace poco, la política científica y tecnológica española está basada en el modelo lineal de la innovación (Sanz, 1995). El primero es su orientación hacia la producción científica llevada a cabo en centros públicos. El segundo aspecto es el hecho de que las ayudas se basan sobre todo en la financiación de actividades innovadoras, mientras que no se ha establecido un apoyo sistemático a la difusión o a la transferencia de tecnologías, y a una mejora de la integración del sistema nacional y regional de innovación. Además, la política tecnológica española está caracterizada por un crecimiento no selectivo de los gastos en I+D, siendo el crecimiento de los recursos destinados a I+D el único objetivo de la política. La falta de un

¹⁹ Mientras, al mismo tiempo, se mantiene el apoyo a las empresas tradicionales grandes con mucho poder social, como por ejemplo la minería española.

análisis de las necesidades del sistema productivo y de las previsiones para una distribución equilibrada de los fondos públicos ha generado una situación donde la política está más orientada hacia los sectores de alta tecnología que hacia los sectores tradicionales y maduros. Desde comienzos de los años noventa, se han desarrollado muchos estudios sobre las necesidades tecnológicas, y los estudios que han profundizado en la teoría del cambio tecnológico están produciendo la modificación y aparición de nuevos instrumentos en el ámbito de la política tecnológica. España todavía está iniciando una política basada en el modelo interactivo. La planificación, desarrollo e aplicación de tal política es un proceso de aprendizaje que se desarrolla dentro de un contexto dinámico y cambiante. Esto implica un proceso de prueba y error, y una adaptación continua a las circunstancias cambiantes y a la presión competitiva de otros países.

La teoría evolucionista implica la necesidad de una política tecnológica basada en el uso de una amplia gama de instrumentos, incluyendo no solo financiación de la I+D, si no también, servicios de innovación a empresas, infraestructura tecnológica, promoción de la cooperación, formación y educación, estudios de futuro etc...

5.- EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA: UNA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

5.1 Introducción

Por supuesto, cada una de las teorías mencionadas en la sección 3 y 4 tiene como objeto de análisis el sistema de innovación, estudiando cada una de ellas, las oportunidades de innovar, los incentivos para tales actividades, la distribución de los recursos limitados y el papel del estado. Por lo tanto, cada una de las teorías ha aportado ideas y evidencias que podrían justificar la política tecnológica. Aunque los fundamentos teóricos de éstas son en algunos casos incompatibles, sus conclusiones resultan menos dispares. Todas ellas aceptan la existencia de los mecanismos básicos que dificultan las actividades innovadoras, reflejados en los “fallos de mercados”, y el papel potencial del estado en la solución parcial de estas dificultades. Es decir, aunque sus aportaciones son en algunos casos excluyentes, las implicaciones políticas son, en la mayoría de los casos, más bien complementarias.

Después de revisar los argumentos teóricos que podrían justificar la intervención pública en el campo de la innovación se ofrece, en esta sección, una aproximación metodológica respecto a la legitimación de la financiación pública de la I+D empresarial. La conversión de los argumentos teóricos en una metodología y en indicadores aplicables de forma empírica, junto con la falta de un marco teórico y conceptual que recoja todas las relaciones existentes, resultan ser los problemas metodológicos principales de los estudios de evaluación existentes (Heijs, 2000). En esta introducción se recogen, de forma muy breve, las implicaciones metodológicas y los indicadores que justifican las políticas deducidas de las teorías analizadas. Después se entra en una discusión metodológica más amplia ofreciendo un marco metodológico para llevar a cabo estudios de evaluación.

La conclusión más importante extraída de los distintos enfoques teóricos es que cada uno de ellos justifica las políticas de innovación, pero, al mismo tiempo, estas teorías no ofrecen claras soluciones respecto al diseño de dichas políticas, y tampoco ofrecen

criterios claros respecto a como realizar un estudio de evaluación que analice la efectividad y eficiencia de la intervención pública. La conversión de los argumentos teóricos que justifican la política tecnológica en indicadores medibles y aplicables sigue siendo uno de los problemas más relevantes en los estudios de evaluación

El primer enfoque teórico analizado en este documento fue la perspectiva neoclásica, basado en los fallos del mercado. Como ya se ha indicado, tales fallos impedirían llegar al óptimo de Pareto debido a una situación de “*infra-inversiones*” y el gobierno tendría que corregir esta situación mediante inversiones con fondos públicos. Esto implica que para poder justificar la política tecnológica, los esfuerzos públicos tendrían que generar un aumento de los gastos en I+D del conjunto de la economía. La adicionalidad²⁰ de las ayudas sería, por lo tanto, un aspecto importante a estudiar

En el segundo enfoque, la teoría del crecimiento endógeno, se ha indicado como la administración pública podría estimular el crecimiento económico mediante inversiones en I+D, cuyos resultados tendrían el carácter de bien público (Romer, 1988), o mediante la formación y educación de los recursos humanos (Lucas, 1988), generando de esta forma externalidades y estimular el crecimiento de la economía en su conjunto. Es decir, también en esta teoría el aumento de las inversiones en I+D se considera como un objetivo fundamental de la política tecnológica. Lo que implica que la adicionalidad sería un criterio importante para poder justificar la política tecnológica. Aunque en este caso la adicionalidad tiene que ir acompañada de la generación de externalidades. Por lo tanto, la adicionalidad es un requerimiento necesario aunque no suficiente.

El tercer enfoque teórico sería la perspectiva evolucionista, basado en las nuevas teorías del cambio tecnológico y desarrollo económico. Como ya he indicado, según esta teoría la innovación es una actividad compleja y la capacidad innovadora no solo depende de la capacidad tecnológica de la empresa, sino también del sistema nacional o regional de innovación. Donde los primeros dos enfoques analizados destacan la necesidad de aumentar las inversiones en I+D mediante la oferta de apoyos financieros e I+D pública, la perspectiva evolucionista resalta la necesidad de un conjunto de instrumentos mucho más diversos.

Según la teoría evolucionista, se podría estimular la innovación mediante instrumentos financieros –o inversiones públicas- en innovaciones basadas en tecnologías que se podrían considerar más bien como información “*fácil de copiar*”. Solo para este tipo de tecnologías se podría generar de forma directa externalidades. Respecto a las tecnologías que se corresponden con el concepto de conocimiento, habría que diseñar otro tipo de instrumentos. En este último caso sería difícil generar, de forma directa, externalidades. Por lo tanto, resulta complicado saber si la política realizada a través de la financiación pública de la I+D está justificada. Habría que estudiar cada proyecto de forma independiente analizando que tipo de tecnología se promociona. Sin duda el enfoque evolucionista justifica la política tecnológica, pero resulta difícil deducir indicadores concretos al respecto que posibiliten la evaluación de las políticas.

²⁰ La existencia de adicionalidad implica que las ayudas públicas para la innovación deben generar inversiones adicionales por parte de las empresas. Evitando así que las empresas sustituyan sus propios fondos por capital público.

5.2 *Problemas metodológicos en la evaluación*

Aunque la aportación de la política tecnológica al desarrollo económico y tecnológico de la empresa y de la economía en su conjunto ha sido analizada desde ya hace mucho tiempo, el estudio *del efecto neto de las ayudas sobre el desarrollo económico y el bienestar social*, y el análisis de los costes y beneficios de la intervención estatal en el campo de la innovación no tienen una trayectoria clara dentro de las ciencias económicas. No se han encontrado estudios que hayan analizado si existe un efecto neto positivo respecto al objetivo principal de la intervención pública, el crecimiento del bienestar social²¹. La mayoría de los estudios de evaluación se han llevado a cabo a un nivel analítico microeconómico, estudiando las empresas beneficiadas y los efectos dentro de las mismas sin tener en cuenta su impacto sobre otras empresas, sobre el sistema productivo y sobre el bienestar social (Meyer-Krahmer, 1989).

Uno de los grandes problemas para los estudios de evaluación es convertir los argumentos teóricos en indicadores que sean manejables en el mundo real. Resulta que la justificación teórico-económico no siempre coincide con los argumentos políticos a favor de la política tecnológica. Desde el punto de vista neoclásico, el Estado solamente podría financiar la I+D privada en el caso un mercado imperfecto, que implica que los agentes económicos no invierten lo suficiente en innovación y que la intervención estatal podría aumentar el bienestar social. O sea, desde el punto de vista de la teoría económica, el objetivo principal de la política tecnológica sería el aumento del bienestar social. En la práctica se persigue, como objetivo principal, la mejora de la posición competitiva de las empresas o del país en su conjunto. Estos dos objetivos, no del todo excluyentes, se intentan llevar a cabo cumpliendo objetivos intermedios, como el aumento de los gastos en I+D en términos cuantitativos, acelerar el proceso de innovación, acelerar la difusión y transferencia tecnológica u optimizar y potenciar el sistema nacional y regional de innovación. Cabe mencionar que pocos instrumentos indican objetivos claros que se puedan verificar en la práctica y, en general, los programas reflejan un conjunto de objetivos muy amplios y de índole abstracta.

Teóricamente se podría argumentar que la evaluación de cualquier política tendría que concentrarse en el cumplimiento del objetivo principal, la mejora del bienestar social de la intervención pública. El punto de partida para poder justificar las ayudas estatales sería un análisis coste-beneficio. En el caso de que los costes en términos de bienestar social - incluyendo los costes de oportunidad y los efectos negativos sobre empresas no apoyadas por la Administración Pública- fueran menores que los beneficios la intervención estatal estaría justificada. Pero, como se comentará más adelante, en la realidad resulta difícil, sino casi imposible, estudiar en qué medida la política pública cumple su objetivo principal. Para esta pregunta solamente hay una respuesta fragmentada o parcial, ya que el sistema donde interviene es muy complejo. En las últimas décadas se ha avanzado mucho en el desarrollo de una teoría sobre el cambio tecnológico y el crecimiento económico -la relación entre estos dos procesos ha sido ampliamente estudiada y confirma la contribución del proceso innovador al aumento de la

²¹ Un intento, más bien indirecto, al respecto lo ofrece el estudio de Mansfield (1977), que analiza la "tasa de retorno" privada y pública de 17 innovaciones. Su conclusión es que los beneficios para la economía en su conjunto son mucho mayores que los de la empresa en concreto. Esta conclusión apoyaría la justificación de la política tecnológica.

producción (véanse, entre otros, los estudios de Griliches, 1986; Lichtenberg/Siegel, 1991; Fagerberg, 1994)-, pero todavía no existe una teoría global e integral que pueda explicar todas las relaciones entre el cambio tecnológico y la dinámica económica. Existe un buen entendimiento de algunos factores básicos, pero su manejo en la práctica resulta poco fructífero. No existe un modelo macroeconómico que incluya el impacto de la intervención estatal en el desarrollo económico global verificable con los datos económicos reales. El carácter exógeno del cambio tecnológico en los modelos macroeconómicos y la escasez de datos adecuados son dos de los problemas fundamentales, aunque se puede señalar un número creciente de estudios empíricos y teóricos que tratan de detectar o demostrar las relaciones causa-efecto y la generación de datos estadísticos respecto a la I+D y la innovación. Tampoco existe una teoría comprensiva del cambio tecnológico y del desarrollo económico que incluya el papel del Estado (Nelson/Winter, 1982; Nelson, 1984; Dosi/Freeman/Nelson, 1988) o un modelo macroeconómico que incorpore el papel de la política de innovación (Capron, 1993).

Como se ha indicado en las secciones anteriores, existen distintas perspectivas teóricas que podrían justificar la intervención estatal, pero ninguna de ellas ofrece soluciones concluyentes y unívocas sobre cómo diseñar una política adecuada y cómo evaluar las políticas aplicadas. Por un lado, el diseño óptimo de las políticas depende de la estructura de mercado, de los patrones de innovación, del tipo de I+D, etc. que resultan ser distintos según sector o área tecnológica y son cambiantes en el tiempo. Por otro lado, no hay que olvidar que las características de las tecnologías de cada sector influyen mucho sobre las estructuras de mercado y, por lo tanto, el cambio tecnológico puede afectar profundamente a estas estructuras, lo que, a su vez, podría implicar la necesidad de revisar las políticas y ajustarlas a la nueva realidad.

La falta de una teoría global e integral que pueda explicar todas las relaciones entre el cambio tecnológico y la dinámica económica y que incluya el papel del Estado es un problema inevitable que, en un principio, habría que solucionar antes de estudiar el papel y la idoneidad de los distintos instrumentos de la política tecnológica. Pero las agencias gestoras, responsables de la política tecnológica, exigen soluciones para mejorar la eficiencia de sus actuaciones y no pueden esperar a que se hayan determinado todas las relaciones entre el cambio tecnológico y el desarrollo económico. *“La investigación de la política se inicia a partir de los problemas políticos y no por un calendario que indique cómo se puede desarrollar una teoría sobre el desarrollo económico que incluya y explique el papel de la innovación”* (Nelson/Winter, 1982). Por lo tanto, la evaluación de los instrumentos no resulta menos importante y habría que basarse en las teorías existentes.

Debido a los problemas teóricos y metodológicos mencionados, el papel del Estado solamente se puede interpretar a partir de un gran número de supuestos sobre la relación causa-efecto de la interacción entre las actividades públicas y privadas, y los estudios de evaluación justifican las actuaciones estatales mediante indicadores indirectos. Los estudios de evaluación que analizan el impacto económico, en términos cuantitativos, estudian, en general, el impacto de las ayudas estatales sobre una sola variable económica (por ejemplo, el aumento de los gastos o el empleo en I+D, la productividad de las inversiones públicas en I+D), sin tener en cuenta el impacto sobre el sistema económico en su conjunto. Otros estudios se limitan a analizar el cumplimiento de los objetivos secundarios, como el desarrollo de una tecnología nueva, la comercialización de los

nuevos productos o la aceleración de la difusión. Pero respecto a estos resultados resulta muy difícil separar la influencia pura del apoyo público en sí mismo del posible desarrollo innovador de las empresas en el caso que el Estado no hubiese intervenido. La evaluación de las políticas tecnológicas todavía está en una fase de desarrollo y solamente mediante el aprendizaje -prueba y error- se puede avanzar en los conocimientos científicos respecto al diseño y la metodología a seguir en los estudios de evaluación.

Como se ha indicado, las interdependencias entre el cambio tecnológico y el desarrollo económico es un sistema muy complejo, lo que implica que la evaluación del efecto de la política tecnológica sobre el bienestar social se basa, ante todo, en indicios sobre posibles relaciones indirectas entre ellos. En la práctica, muchos estudios que intentan analizar si la política tecnológica aumenta el bienestar social suelen utilizar, de forma implícita, un razonamiento como el que se presenta a continuación:

1. Los gastos en I+D generan un efecto positivo y extraordinario sobre el crecimiento económico y el bienestar social.
2. El apoyo estatal a la promoción tecnológica induce a un crecimiento adicional de las inversiones en I+D por parte de las empresas privadas.
3. Por consiguiente, el apoyo estatal tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico y el bienestar social.

Si se acepta que un mayor nivel de I+D, con sus efectos externos, implica un mayor crecimiento del bienestar social, se podría justificar la intervención estatal. Pero el cumplimiento de las dos primeras premisas no significa, de forma automática, que se cumpla la tercera y, por lo tanto, no queda claro si la intervención estaría justificada.

Sobre la primera premisa no cabe ninguna duda, muchos estudios han demostrado la importancia de la I+D y el progreso tecnológico para el desarrollo y los beneficios en las empresas (véanse, entre otros, los estudios de Mansfield, 1968; Griliches, 1984; Griliches/Lichtenberg, 1984); y para el crecimiento económico en general (véanse Soete/Turner/Patel, 1983; Fagerberg, 1994). Aunque también existe un conjunto de estudios que indican que los gastos públicos en I+D generan un menor efecto que las inversiones privadas sobre el crecimiento económico. Existe un amplio número de estudios que analizan el incremento de la productividad en relación con la I+D financiada con fondos públicos en contraste con tal incremento financiado mediante fondos privados. Muchos de estos estudios indican que los proyectos de I+D financiados con fondos privados generan un crecimiento de la productividad, mientras que las inversiones en I+D financiadas con capital público apenas tienen un efecto positivo sobre el crecimiento económico (Leonard, 1971²²; Terleckyj, 1974, 1980a, 1980b; Allen et al., 1978; Ettlíe, 1982; Griliches/Lichtenberg, 1984; Griliches, 1986), aunque algunos estudios han matizado estas conclusiones tan pesimistas. Por ejemplo,

²² Este estudio analiza el crecimiento del sector industrial e indica que existen diferencias sectoriales. El crecimiento de la productividad resulta inferior en el sector de la defensa y en el aeronáutico y espacial, siendo sectores con muchas inversiones de fondos públicos. Según Leonard, este menor crecimiento se debe a la ausencia de una presión comercial en los mercados donde operan y no es debido a la intervención estatal.

Griliches (1980) no ha encontrado evidencia alguna que confirme la superioridad de la I+D financiada con fondos empresariales. Además, muchos de estos estudios han sido criticados por el hecho de no tener en cuenta que la I+D financiada por el gobierno implica, en muchas ocasiones, I+D básica, proyectos de más riesgo, etc., cuya influencia sobre el crecimiento es, más bien, indirecta²³. O sea, no se puede comparar de forma directa el impacto de los proyectos de I+D financiados con fondos públicos con el producido por los proyectos financiados con fondos privados.

Respecto a la segunda premisa, la existencia de adicionalidad, los resultados obtenidos en estudios empíricos no han sido del todo coherentes. Muchos estudios han analizado la adicionalidad, sin embargo no todos han realizado un intento de cuantificar el aumento de los gastos de I+D y, además, los resultados no han sido de todo concluyentes y fiables²⁴. Para que se cumpla esta premisa el apoyo tendría que ser adicional, en el sentido de que las actividades innovadoras generadas no habrían sido realizadas, de forma similar, sin la ayuda pública.

La tercera premisa sería la más difícil de comprobar porque implica mediciones con un trasfondo metodológico muy complejo. Su comprobación sólo sería factible mediante una cuantificación de los costes y beneficios totales, y se podrían dar distintos casos confusos. Incluso suponiendo que las dos primeras premisas sean verdad, el efecto del apoyo estatal sobre el crecimiento económico y el bienestar social podría ser positivo, negativo o neutral. Lo que implica que la adicionalidad financiera es una condición necesaria aunque no suficiente. En muchas ocasiones resulta difícil de determinar el efecto neto. Por ejemplo, si las subvenciones generan una alta adicionalidad de inversiones en I+D con un alto grado de beneficios privados, pero apenas generan externalidades para la economía en su conjunto (beneficios sociales), tendría que revisarse la utilidad social de las ayudas públicas; o si el apoyo público solamente induce a un pequeño aumento adicional de los gastos en I+D, entonces para justificar la intervención política y el aumento del bienestar social dicho apoyo tendría que ser alto. Habría que estudiar el efecto de cada una de las empresas del sistema productivo –no sólo para las empresas beneficiadas-, lo que sería un trabajo lento y muy costoso.

²³ Otra diferencia entre los proyectos financiados con fondos públicos y aquéllos financiados con fondos privados es el objetivo de los proyectos. Los proyectos financiados con fondos públicos están dirigidos, casi exclusivamente, hacia la innovación de productos y procesos o hacia la mejora de la calidad, mientras las inversiones en I+D privada se dirigen no solamente hacia estos objetivos puramente tecnológicos, sino que también inician proyectos cuyo objetivo preliminar es la reducción de costes. Por ejemplo, el CDTI, para la elección de sus proyectos, valora, sobre todo, el nivel innovador del proyecto, mientras que la reducción de costes apenas se toma en cuenta.

²⁴ Por ejemplo Carmichael (1981), Griliches (1986) y Lichtenberg (1987) indican que la financiación pública no genera inversiones extras por parte de las empresas. Otros estudios indican que, por lo menos parcialmente, existe un efecto positivo de la financiación pública en las inversiones privadas en I+D (Levy/Terleckyj, 1981, 1983; Scott, 1984; Switzer, 1985; Antonelli, 1989; Busom, 1992). Otros critican estas conclusiones, ya que, el efecto de sustitución o la adicionalidad esta relacionado con diferencias sectoriales, depende del tipo de I+D que se han financiado y de las estructuras de los mercados en que se interviene (Link, 1982; Levin/Reiss, 1984). Los estudios de Griliches, 1979; Mansfield, 1984; Scott, 1984 indican que la financiación pública y la privada tienen un carácter más bien complementario

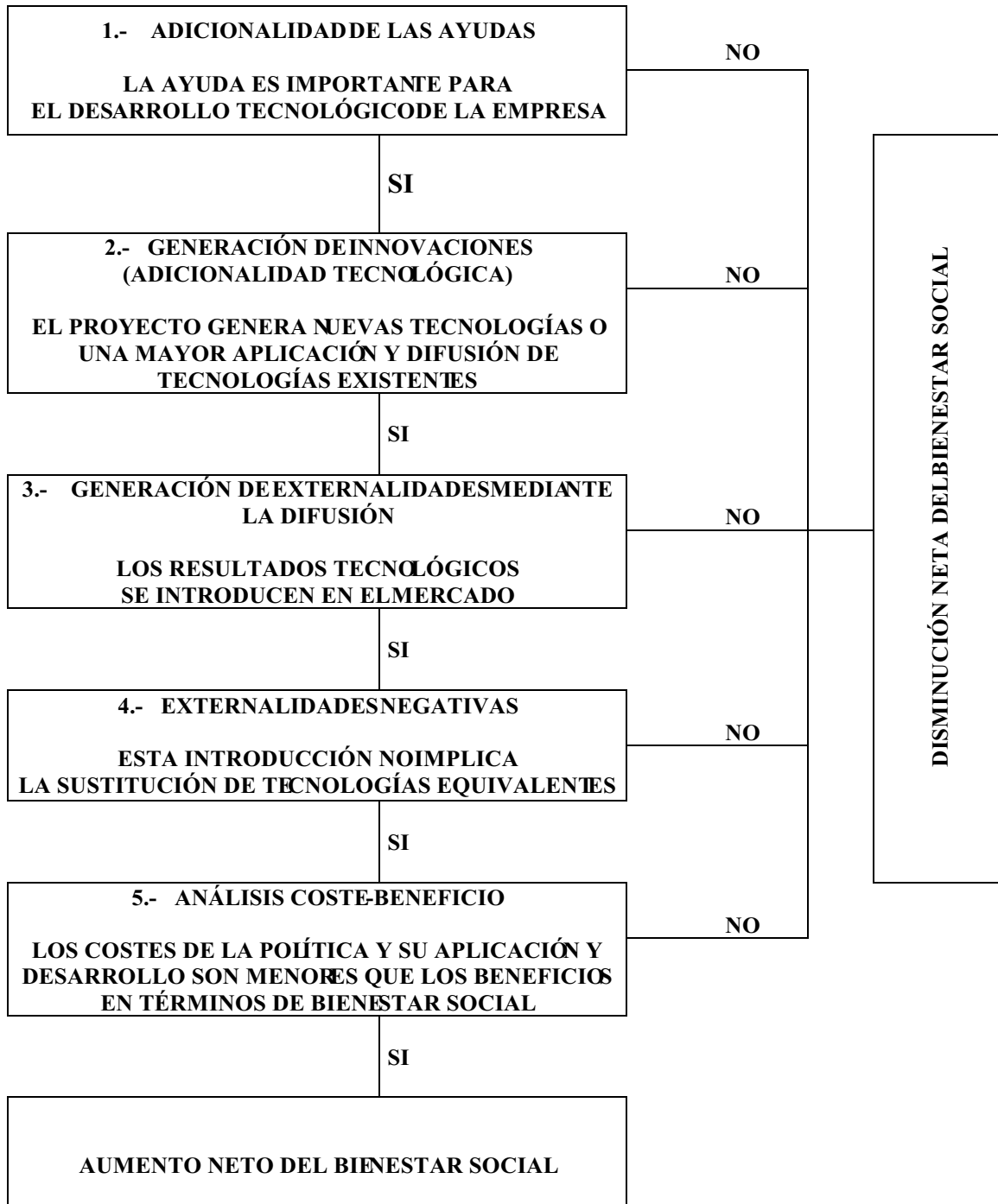
Aunque si se añadiera, para poder justificar la política tecnológica, el requisito de que el Estado solamente puede intervenir si se puede mejorar el bienestar social sin que ninguna persona vea afectado negativamente su bienestar individual (Óptimo de Pareto), los análisis se dificultarían todavía más.

5.2 *Justificación de la Política Tecnológica: un marco metodológico*

Ya que resulta muy difícil de medir de forma directa el posible aumento del bienestar social se ha desarrollado –en el esquema 1- una secuencia de preguntas o indicadores indirectos que, de alguna forma, aportan indicios sobre un posible aumento –o no- del bienestar social. Para poder justificar la política tecnológica, habría que analizar de forma simultánea los siguientes aspectos (véase también esquema I):

1. ¿La intervención estatal implica un aumento de los gastos en I+D por parte de las empresas? (¿la ayuda es importante para el desarrollo tecnológico de la empresa?).
2. ¿El proyecto genera nuevas tecnologías o una mayor aplicación y difusión de las tecnologías existentes?
3. ¿Estos nuevos productos o procesos se introducen en el mercado?
4. ¿Esta introducción no implica la sustitución de tecnologías equivalentes?
5. ¿Los costes de la política –incluyendo los costes de oportunidad-, y su aplicación y desarrollo, son menores que los beneficios del bienestar social?

Esquema I: Un marco conceptual para la evaluación de la financiación pública de los proyectos de I+D en empresas



La primera pregunta se refiere a la adicionalidad, analizando si la intervención estatal ha generado un aumento adicional de los gastos en I+D. La segunda pregunta estudia los resultados tecnológicos, es decir, en como se han desarrollado nuevas tecnologías. La tercera pregunta indicaría los resultados comerciales, analizando en que medida se han difundido estas nuevas tecnologías en el sistema productivo. La cuarta pregunta analiza los efectos no deseados derivados de la intervención pública, y la última ofrecería un análisis de los costes y los beneficios relacionados con las políticas tecnológicas. El que la respuesta, de forma simultánea, a cada una de estas preguntas sea positiva implica la existencia de un crecimiento neto del bienestar social, y, en un principio, se podría legitimar la intervención estatal.

El tema de la adicionalidad -pregunta 1- tiene un papel central en los estudios de evaluación, aunque su conceptualización e importancia para la justificación de una política tecnológica no siempre resulte muy clara. Un gran número de estudios que evalúan las actuaciones públicas al respecto ha efectuado un análisis cualitativo²⁵, aunque también existe un conjunto de estudios que han intentado cuantificar los efectos adicionales sobre las inversiones en I+D o sobre otras variables económicas, como el aumento del personal en I+D (Véase nota al pie 24); pero la medición de estos efectos implica, en general, un análisis descriptivo,²⁶ que no aclara el efecto neto sobre el aumento del bienestar social.

La idea de que solamente se pueden justificar las medidas públicas en caso de generar inversiones adicionales implica ciertos problemas metodológicos. El primer problema sería en qué medida la adicionalidad es realmente una condición necesaria y suficiente. Primero, si un proyecto innovador genera muchas externalidades pero se hubiera realizado de igual forma sin ayuda pública no se puede considerar que exista un aumento neto del bienestar social generado por actuaciones políticas. Segundo, si la adicionalidad implica la realización de proyectos que sin ayuda estatal no hubieran sido económicamente rentables -y que no generan externalidades para la economía en su conjunto-, entonces la adicionalidad no ha sido suficiente. Tercero, en la discusión sobre las tres premisas de la sección anterior se ha indicado que incluso en el caso de adicionalidad el efecto neto puede ser positivo, neutral o negativo, el resultado depende si los beneficios en términos de bienestar social superan los costes de la política aplicada. O sea, se puede concluir que la adicionalidad resulta ser una condición necesaria, pero no suficiente.

Cabe destacar que el impacto empresarial y la incidencia sobre la posición competitiva se han estudiado hasta ahora solamente desde la perspectiva de las empresas beneficiadas, mientras que el impacto sobre el sistema productivo en su conjunto o externalidades negativas apenas ha sido analizado (Heijs, 2000^a). Este aspecto podría ser importante, ya que los proyectos financiados podrían tener efectos externos negativos, por ejemplo, la pérdida de competitividad en las empresas que compiten en el

²⁵Véanse entre otros Röttingshöfer/Sprenger, 1976; Meyer-Krahmer/Gielow/Kuntze, 1982; Warkow/Tourigny, 1982; Siegert et al, 1985; NSF, 1985; Mansfield, 1986; Becher et al. , 1989; Becher et al., 1990; Gilchrist/Deacon, 1990; Buesa/Molero, 1996; Molero/Buesa, 1995a).

²⁶ De carácter descriptivo debido a la ausencia de un punto de referencia o criterio que indique si las actuaciones estatales habría que considerarlas fallidas o exitosas.

mismo mercado²⁷ o un aumento de los costes salariales, en el caso de que se compita por obtener investigadores en un mercado con escasez al respecto. Esto no quiere decir que opine que las ayudas estatales no pueden ir, en un momento dado, en contra de los intereses de algunas empresas particulares. De hecho, es sabido que las ayudas a la generación de nuevas tecnologías casi siempre afectan a empresas con tecnologías de una generación anterior. Pero, sin embargo, las pérdidas económicas de estas empresas –pregunta 4- habría que incluirlas en el análisis coste-beneficio de los estudios de evaluación. Lo que se quiere subrayar, es que no se puede derivar del estudio de la incidencia empresarial en el mercado un aumento del bienestar social, considerado éste como un indicador del éxito de un instrumento político, sin haber estudiado el impacto sobre el sistema productivo en su conjunto.

Otro problema está relacionado con el objetivo de los instrumentos. Aunque en un principio todas las políticas de innovación tienen como objetivo mejorar la economía de un país, hay ciertos tipos de instrumentos donde la adicionalidad, en forma de un aumento de los gastos en I+D, no es el objetivo principal; por ejemplo, los incentivos para la cooperación entre empresas e institutos de investigación²⁸. A la hora de evaluar el impacto de tales programas es necesario analizar una doble vertiente: por un lado, si la industria está consiguiendo desarrollos de interés que permitan mejorar su competitividad; y, por otro, si el programa está estimulando una cooperación fructífera entre las empresas y los OPI's y, en definitiva, mejorando la articulación del sistema nacional de innovación (Urzay, 1999).

Un aspecto importante sería la conceptualización del término adicionalidad. Georghiou (1994) define la adicionalidad como algo que se obtiene gracias a la intervención pública, que no existiría sin ella, y que responde básicamente al efecto incentivador de la política pública. Buiseret, Cameron y Georghiou manejan tres conceptos de adicionalidad, siendo la adicionalidad financiera que, a su vez, se divide en la adicionalidad total, en el caso de que las actividades no se hubieran iniciado sin la ayuda pública; la adicionalidad parcial, que implica el inicio del proyecto antes o con mayores recursos; y la no adicionalidad, que implica que los recursos destinados hubieran sido los mismos sin apoyo estatal. El segundo concepto es la adicionalidad de los resultados, que serían los resultados tecnológicos del proyecto. El tercero sería la adicionalidad del comportamiento, que implica cambios en la actitud investigadora de la empresa y mejoras, como el aprendizaje y la formación del personal investigador (Buiseret et al., 1995).

En mi opinión, los dos últimos conceptos de adicionalidad no se pueden considerar como un efecto generado por las ayudas públicas. A pesar que los resultados tecnológicos y comerciales y el efecto sobre la capacidad tecnológica de las empresas se consideran aspectos importantes a evaluar, no se puede sostener que sea un efecto directo de la intervención pública, sino, más bien, un impacto derivado del proyecto, ya que, los resultados en sí dependen, sobre todo, de las capacidades tecnológicas de la empresa. Los resultados tecnológicos y comerciales son aspectos importantes de un

²⁷ Por ejemplo en el caso que la empresa hubiera comercializado un producto nuevo I+D y similar a un producto ya existente (véase la discusión sobre la duplicidad de I+D).

²⁸ Por ejemplo, el objetivo principal de los proyectos concertados financiados con fondos del Plan Nacional de I+D, cuya gestión corre a cargo del CDTI.

estudio de evaluación –véase pregunta 2 y 3 dentro el marco metodológico-, porque condicionan, en parte, la generación de externalidades. El desarrollo de nuevas tecnologías y su posterior comercialización es una condición necesaria aunque no suficiente para que puedan existir tales externalidades. Por supuesto, se necesita un conjunto de proyectos avalados con un éxito tecnológico y comercial, pero el que falle un número elevado de proyectos no se tiene que considerar directamente como problemático, ya que al fin y al cabo la innovación es una actividad de alto riesgo.

Otra razón que implica que los resultados tecnológicos y comerciales (incluyendo la mejora de la capacidad tecnológica de las empresas) resultan importantes en el momento de evaluar una política es la dificultad de contestar la pregunta 5 referida al marco metodológico, es decir cuantificar el impacto de las ayudas públicas en términos económicos y realizar un análisis coste-beneficio respecto al bienestar social. Las respuestas a las preguntas 2 y 3 se convierten, de esta forma, en un argumento indirecto para poder justificar las ayudas. Ya que, se puede argumentar que los resultados tecnológicos generan un avance de la frontera tecnológica, que a su vez, puede generar, mediante su comercialización, externalidades en el sistema productivo en su conjunto y, por lo tanto, el crecimiento económico.

Como ya he indicado, la pregunta cuatro tiene como objetivo de analizar los efectos –o externalidades- negativos de la intervención estatal. La competencia empresarial no es sólo un problema de precios y búsqueda del equilibrio económico según el enfoque neoclásico, sino de crear ventajas comparativas decisivas derivadas de la conducta innovadora de la empresa. El proceso de innovación genera por definición un desequilibrio, ya que la empresa innovadora tiene como objetivo romper el equilibrio para desviar, mediante la introducción de nuevos productos, los beneficios hacia sí misma. La competencia es un proceso de cambio continuo provocado por las diferentes conductas de las empresas (Nelson/Winter, 1982). Entonces, resulta muy discutible que la política tecnológica genere una mejora en términos del óptimo de Pareto, un óptimo que exige que la intervención estatal no genere externalidades negativas para las empresas no beneficiadas. El concepto de la creación destructiva de la innovación implica que, en muchas ocasiones, los productos nuevos generados en proyectos de innovación financiado por el estado dejan obsoletos a otros productos de competidores nacionales o internacionales. Respecto a este tema el apoyo estatal tendría que encontrar el equilibrio entre el apoyo a empresas de sectores clave con externalidades extraordinarias y el evitar que sus actuaciones impliquen limitaciones respecto al mercado de libre competencia.

Existen dos cuestiones adicionales que se deberían o podrían incluir en una evaluación de la política tecnológica. La primera sería la difusión de las ayudas entre las empresas innovadoras. Se podría argumentar que las ayudas no pueden favorecer a ciertas empresas a expensas de otras. Como ya se ha indicado, el Estado solamente puede intervenir si se puede mejorar el bienestar social sin que ninguna persona vea afectado negativamente su bienestar individual. Por lo tanto habría que estudiar si las agencias estatales juegan un papel neutral como agente financiera o –al contrario- benefician a ciertos tipos de empresas.

La segunda pregunta tiene todo que ver con la adicionalidad no financiera derivada de la teoría evolucionista. Los efectos de aprendizaje y el aumento de la cooperación –que, según algunos autores, podría justificar un cierto comportamiento utilitario- implican

una mejora de la capacidad tecnológica de las empresas y del sistema nacional de innovación en su conjunto, lo que se considera un impacto importante para poder justificar la política tecnológica. De nuevo aquí habría que estudiar en que medida estos efectos se puede atribuir a la intervención estatal, o son efectos que depende exclusivamente de las actuaciones de las empresas y sus unidades de I+D.

5.3.- *Conclusiones*

En este documento se ha revisado la literatura teórica respecto a la justificación de la política tecnológica. En este marco metodológico se ha destacado la importancia de la mejora del bienestar como justificación de la intervención estatal y se ha argumentado como la adicionalidad es una requisito necesario, aunque no suficiente para poder justificar tales políticas. Desde la perspectiva evolucionista, de la me considero discípulo, se destacan otros argumentos para poder justificar la política tecnológica, como podría ser el aprendizaje o la mejora del sistema de innovación en su conjunto. Si hablamos de instrumentos de financiación creo que habría que tener cierta cautela respecto a estos argumentos. Rechazo la existencia de una “mano invisible” que asegura el equilibrio en el mercado, pero también rechazo una “mano invisible” que justifica la política tecnológica. No resulta suficiente indicar que la intervención estatal tiene un efecto indirecto sobre el aprendizaje colectivo y que el aumento de la cooperación implica la mejora del sistema de innovación. Creo que los seguidores de la perspectiva evolucionista tenemos que trabajar mucho en explicar y definir el papel del estado en estos efectos y en las supuestas ganancias de bienestar social. Habría que buscar formas de medirlas y mostrarlas y no hay que olvidar que la evaluación de las políticas tecnológicas es todavía una especialidad de las ciencias económicas poca desarrollada en la que hay que avanzar todavía mucho.

- Antonelli, C. (1989)** A Failure-Inducement Model of Research and Development Expenditure, Italian Evidence from the Early 1980's. *Journal of Economic Behaviour and Organisation*
- Aghion, P.; Howitt, P. (1992)** A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, Vol 60, No. 2
- Arrow, K. (1962)** The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, 29 (2)
- Aydalot, P.; Keeble, D. (Eds.). (1988)** High Technology Industry and Innovative Environments. The European Experience.
- Barzel, Y. (1968)** Optimal Timing of Innovations. *Review of Economics and Statistics* 50
- Becher, G. et al. (1989)** FuE-Personalkostenzuschüsse: Strukturentwicklung, Beschäftigungswirkungen und Konsequenzen für die Innovationspolitik. ISI-Fraunhofer/DIW
- Becher, G.; Kuntze, U.; Pfirrmann, G.; Walter, H.; Weibert, W. (1990)** Zwischenbilanz der Einzelbetrieblichen Technologieförderung für Kleine und Mittlere Unternehmen in Baden-Württemberg. Endbericht, Teil 1, ISI-Fraunhofer
- Becher, G.; Weibert, W. (1990)** Zwischenbilanz der Einzelbetrieblichen Technologieförderung für Kleine und Mittlere Unternehmen in Baden-Württemberg. Endbericht, Teil 2, ISI-Fraunhofer
- Beise, M.; Licht, G.; Spielkamp, A. (1995)** Technologie Transfer an der Kleine und Mittlere Unternehmen: Analysen und Perspektiven für Baden-Württemberg. Somos Verlagsgesellschaft
- Buesa, M.; Molero, J. (1996)** Innovación y Diseño Industrial, Evaluación de la Política de Promoción del Diseño en España. Editorial Civitas
- Buesa, M.; Navarro, M.; Zubiaurre, A. (1997)** La Innovación Tecnológica en las Empresas de las Comunidades Autónomas del País Vasco y Navarra. Azkoaga. Cuadernos de Ciencias Sociales y Económicas / Eusko
- Busom, I. (1992)** Innovación e Intervención Pública: Panorama y Evidencia Empírica. Tesis Doctoral
- Capron, H. (1992)** Economic and Quantitative Methods for the Evaluation of the Impact of R&D Programmes, a State of Art. *Unión Europea (Cie. Ce, Monitor\Spear*, Nov. 1992) 2
- Carmicheal, J. (1981)** The Effects of Mission Orientated Public R&D Spending on Private Industry. *Journal of Finance*, 36 (3)
- Cooke, P.; Morgan, K. (1994)** The Creative Milieu:A Regional Perspective on Innovation.
- Cornes, R.; Sandler, T. (1986)** The Theory of Externalities, Public Goods and Club Goods. Cambridge University Press
- Dankbaar B., Et Al. (1993a)** Research and Technology Management in Enterprises: Issues for Community Policy Overall Strategic Review. Monitor-Sast Project No. 8 commission of the European
- Dankbaar B., Et Al. (1993b)** Research and Technology Management in Enterprises, Issues for Community Policy; Conceptual Framework and Technical Guidelines Sast-Project No. 8 (Commission of the European Communities)
- Dasgupta, P.; Stiglitz, J. (1980a)** Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity. *Economic Journal*, Vol. 90
- Dasgupta, P.; Stiglitz, J. (1980b)** Uncertainty, Industrial Structure and the Speed of R&D. *Bell Journal of Economics*,

- Dixit, A. (1988a)** Optimal Trade and Industrial Policies for the U.S. Automobile Industry. En: Feenstra, R. (Ed.) ; Empirical Methods for International Trade
- Dixit, A. (1988b)** A General Model of R&D Competition and Policy. Rand of Journal of Economics, 19 (3)
- Dosi, G. (1988)** Sources, Procedures and Micro Economic Effects of Innovation. Journal of Economic Literature XXVI
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. (1988)** Technical Change and Economic Theory. Pinters Publishers
- Ewers, H. J.; Wettmann, R. W. (1980)** Innovation Orientated Regional Policy. Regional Studies, Vol. 14, (161-179)
- Fagerberg, J. (1988a)** Why Growth Rates Differ. En: Dosi/Freeman/Nelson/Silverberg/Soete (Ed.), 1988
- Fagerberg, J. (1988b)** International Competiveness. Economic Journal, Vol 98 (355-374)
- Fagerberg, J. (1994)** Technology and International Differences in Growth Rates. Journal of Economic Literature, Vol. XXXII, (September)
- Freeman, Ch. (1987)** Technology and Economic Performance: Lessons from Japan. Pinters Publishers
- Freeman, Ch. (1994)** Innovation and Growth. En: Dodgson/Rothwell (Ed.)
- Freeman, Ch. (1994)** The Economics of Technological Change. Cambridge Journal of Economics, Vol. 18
- Fritsch, M. (1995)** The Market, Market Failure, and the Evaluation of Technology Promoting Programmes. En: Becher/Kuhlmann (1995)
- Georghiou, L. (1994)** Impact of the Framework Programme on European Industry. Commission European
- Geroski, P. (1995)** Markets for Technology: Knowledge, Innovation and Appropriability. En: Stoneman
- Griliches, Z. (1979)** Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. Bell Journal of Economics, Vol. 10 (1)
- Griliches, Z. (1986)** Productivity, R&D and Basic Research at Firm Level, is there Still a Relationship. American Economic Review, Vol. 76 (1)
- Griliches, Z.; Lichtenberg, F. (1984)** R&D and Productivity Growth at the Industry Level, is there Still a Relationship. En: Griliches, Z. (Ed.), 1984
- Grossman, G.; Helpman, E. (1990)** Innovation and Growth in a Global Economy. Mit Press
- Grossman, G.; Helpman, E. (1991)** Endogeneous Growth Theory. Mit Press
- Hall, P. (1994)** Innovation, Economics & Evolution: Theoretical Perspectives on Changing Technology in Economic Systems. Harvester Wheatsheaf
- Hamilton, A. (1791)** Report of Manufacturers.
- Heijs, J. (2000a)** Financiación Pública de la I+D Empresarial: Evaluación de los Créditos Blandos para Proyectos de I+D. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid
- Heijs, J. (2000b)**; Public Finance of the R&D Activities in Enterprises: Role and Impact of the Spanish low Interest Credits for Individual Enterprises; Documento de Trabajo N° 21, Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- Heijs, J. (2001)** : A critical discussion about the indicators used to justify the public finance of r&d activities in enterprises Paper prepared for the EPUB work shop at the Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), (Seville, September 2001)
- Hayek, F. (1945)** The Meaning of Competition. En: Individualism and Economic Order Chicago University

- Hirshleifer, J. (1971)** The Private and Social Value of Information and the Reward of Inventive Activity. *American Economic Review*, Vol. 61
- Kamien, M.; Schwartz, N. (1972)** Market Structure, Rivals Response and the Firm'S Rates of Product Improvement. *Journal of Industrial Economics*, XX
- Kamien, M.; Schwartz, N. (1982)** Market Structure and Innovation. Traducción en Español (Alianza Editorial, 1989) Cambridge University Press
- Kleinknecht, A. (1987)** Innovation Patterns in Crisis and Prosperity: Schumpeters Long Cycles Reconsidered. Macmillan
- Kleinknecht, A.; Reijuan, J. O. N. (1991)** More Evidence under Accounting of Small Firm R and D. *Research Policy*, Vol. 20
- Kline, S.; Rosenberg, N. (1986)** An Overview of Innovation. En: Landau/ Rosenberg (1986), National Academy Press
- Klodt, H. (1995)** Grundlagen der Forschungs- und Technologie Politik. Verlag Vahlen
- Koschatzky, K. (1997)** Innovative Regional Development Concepts and Technology Based Firms. En: Koschatzky (Ed.) *Technology Based Firms in the Innovation Process. Management, Financing and Regional Networks*. Physica Verlag
- Kulicke, M; Bross, U.; Gundrum, U. (1997)** Innovationsdarlehen Als Instrument Zur Förderung Kleiner und Mittlerer Unternehmen. ISI-Fraunhofer
- Krugman, P.; Obstfeld, M. (1994)** International Trade; Teoria y Política.
- Lee, T.; Wilde, L. (1980)** Market Structure and Innovation; a Reformulation. *Quarterly Journal of Economics*,
- Leonard, W. (1971)** Research and Development in Industrial Growth. *Journal of Political Economy*, 79 (2)
- Levy, D. (1990)** Estimating the Impact of Government R&D. *Economic Letters*, Vol. 32 (2)
- Levy, D. M.; Terlecky. N. (1983)** Effects of Government Funding on Private R&D Investment and Productivity: A Macro Economic Analysis. *Bell Journal of Economics* (Winter)
- Lichtenberg, F. (1987)** The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: A Re-Assessment. *Journal of Industrial Economics* (September)
- Lichtenberg, F. (1988)** The Private R&D Investment Response to Federal Design and Technical Competitions. *The American Economic Review*, Vol. 78 (3)
- Lichtenberg, F.; Siegel, D. (1991)** The Impact of R&D Investment on Productivity - New Evidence Using Linked R&D- Lrd Data. *Economic Inquiry* Vol. XXIx (April)
- Link, A. (1981)** Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing: Additional Evidence. *American Economic Review*, Vol. 71 (December)
- Lipsey, R. G. (1999)** New Growth Theory and Economic Policy for the Knowledge Society Conference Keynote: Transition to the Knowledge society: Policies and Strategies For
- List F. (1841)** Das Nationale System der Pölitischen Ökonomie. J. C. Cotta
- Loury, G. C. (1979)** Market Structure and Innovation. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 93 (3)
- Lucas, R. (1988)** on the Mecanics of Development Planning. *Journal of Monetary Economics*, 22 (1)
- Lundvall, B. A. (1992)** National Systems of Innovation.
- Lundvall, B. A. (1992)** User-Producer Relationships, National System of Innovation and Internationalisation. En: Lundvall (Ed.), 1992
- Machlup, F. (1962)** The Supply of Inventors and Inventions. En: Nelson R. R.; *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* nber

- Malerba, F.; Orsenigo, L. (1995)** Schumpeterian Patterns of Innovation. Cambridge Journal of Economics, Vol. 19
- Mansfield, E. (1968)** Industrial Research and Technological Innovation. Norton
- Mansfield, E. (1977)** The Production and Application of New Industrial Technology.
- Mansfield, E. (1984)** R&D and Innovation Some Empirical Findings. En: Griliches (Ed.), 1984
- Mansfield, E. (1986)** The R&D Tax Credit and Other Technology Policy Issues. American Economic Review, Papers and Proceedings Vol. 76 (2)
- Metcalfe, J. S. (1995)** The Economic Foundation of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. En: Stoneman, 1995
- Metcalfe, S. (1997)** Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework. En: Archibugi/Michie, 1997
- Meyer-Krahmer, F. (1989)** Der Einfluss Staatlicher Technologiepolitik Auf Industrielle Innovationen. Nomos
- Meyer-Krahmer, F.; Gielow, G.; Kuntze, E.. (1984)** Innovationsförderung bei Kleinen und Mittleren Unternehmen: Wirkungsanalyse von Zuschüssen für Personal in Forschung und Entwicklung. Campus Verlag
- Meyer-Krahmer, F.; Gielow, G.; Kuntze, U. (1984)** Wirkungsanalyse der Zuschüsse für Personal in Forschung und Entwicklung. Endbericht and der Bundesminister für Wirtschaft, Bonn, ISI-Fraunhofer
- Molero, J.; Buesa, M. (Dir.). (1995a)** Análisis y Evaluación de la Actuación del CDTI: Política Tecnológica e Innovación en la Empresa Española. Una Evaluación de la Actuación del CDTI. Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- Molero, J.; Buesa, M. (Dir.). (1995b)** Análisis y Evaluación de la Actuación del CDTI: Resultados Preliminares de la Explotación de la Base de Datos del CDTI. Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- Molero, J.; Buesa, M. (Dir.) (1997)** La Innovación Tecnológica en la Empresa Española. Resultados de la Encuesta Iaif-CDTI (1995) Documento de Trabajo No. 5, Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- National Science Foundation (1982);** Evaluation of the Small Business Innovation Research programme, Washington
- Molero, J. (1994)** Desarrollos Actuales de la Teoría del Cambio Tecnológico: Tipologías y Modelos Organizativos. Información Comercial Española, No. 726
- Mowery, D.; Rosenberg, N. (1989)** New Developments in us Technology Policy: Implications for Competiveness and International Trade Policy. Californian Management Review, 32
- Nelson, R. (1959)** The Simple Economics of Basic Cientific Research. Journal of Polítical Economy, 67
- Nelson, R. (1984)** High-Technology Policies, a Five Nation Comparison.
- Nelson, R.; Winter, S. (1982)** An Evolutionary Theorie of Economic Change.
- OCDE (1992)** Technology and Economy: The Key Relationships. OCDE
- Pavitt, K. (1984)** Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. Research Policy, Vol. Elsevier Science Publishers B. V.
- Perrin, J. C. (1988)** A Desconcentrated Technology Policy, Lessons from the Sophia Antipolis Experience. Environment and Planning C, Government and Policy, Vol. 6, Num. 4 Pp. 414-426
- Porter, M. (1990)** The Comparative Advantage of Nations. Free Press and Macmillan
- Romer, P. (1986)** Increasing Returns and Long-Run Growth. Journal of Polítical Economy, 94 (5)

- Romer, P. (1990)** Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98 (5-Part II)
- Röthlingshöfer, K.; Sprenger, U. (1976)** Effizienz der Indirekten Steuerlichen Forschungsförderung. Ifo-Institut
- Rothwell, R. (1983)** Evaluating the Effectiveness of Government Innovation Policies.
- Rothwell, R.; Dodgson, M. (1994)** Innovation and Size of Firm.
- Samuelson, P. A. (1954)** The Pure Theory of Public Expenditure. *Review of Economics and Statistics*, 36
- Samuelson, P. A. (1955)** A Theory of Induced Innovation Along Kennedy-Weisacker Lines. *Review of Económica and Statistics*, Xlvii
- Sanz-Menendez, L. (1995)** Policy Choices, Institutional Constraints and Policy Learning: The Spanish Science and Technology Policy in the Eighties. *International Journal of Technology Management* Vol. 10., Num 4/5/6
- Schumpeter, J. (1934)** The Theory of Economic Development.
- Schumpeter, J. (1942)** Capitalism, Socialism and Democracy. George Allen and Unwin
- Scott, J. (1984)** Firms Versus Industry Variability in R&D Intensity. En: Griliches (Ed.), 1984
- Smith, A. (1776)** The Wealth of Nations.
- Smith, K. (1991)** Innovation Policy in a Evolutionary Context. En: Saviotty/Metcalf, 1991
- Soete, L.; Turner, R.; Patel, P. (1984)** Technology Diffusion and the Rate of Technical Change. *Economic Journal*, Vol. 84
- Sternberg, R. (1995)** Technologiepolitik und High-Tech Regionen -Ein Internationaler Vergleich-. Lit
- Stiglitz, J. (1991)** The Invisible Hand and Modern Welfare Economies. En: D Vines and a Stevenson (Eds.) ; *Information Strategy and Public Policy*, Blackwell Publishers
- Stoneman, P. (1987)** The Economic Analysis of Thecnological Policy. Oxford University Press
- Stoneman, P. (Ed.) (1996)** Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change. Blackwell
- Störh, W. (1987)** Territorial Innovation Complexes. *Papers of the Regional Science Association*, Vol. 59, Pp. 29-44
- Switzer, L. (1984)** The Determinants of Industrial R&D: A Funds Flow Simultaneous Equation Approach. *Review of Economics and Statistics*, 66 (1)
- Terleckyj, N. (1974)** Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries. *National Planning*
- Terleckyj, N. (1980a)** What do R&D Numbers Tell us about Technological Change. *American Economic Review*, Vol. 70 (2)
- Terleckyj, N. (1980b)** Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth Industries. En: Kendrick/Vacarra (Eds.)
- Teece, D. J. (1986)** Profiting from Technological Innovation: Implications for Collaboration Licensing and Public Policy. *Research Policy*, Vol. 20
- Siegert, G; Meyer-Krahmer, F.; Walter, G. (1985)** Wirkungsanalyse der Fachprogrammbezogenen Projektförderung bei Kleinen und Mittleren Unternehmen. ISI-Fraunhofer
- Urzay, J. (1999)** La Adicionalidad de las Ayudas Públicas a la I+D Empresarial: Teoría y Practica. *Economía Industrial*, No. 319
- Warkov,S; Tourigny, S. (1982)** Evaluating State Energy Conservation Home Loan Programs: The Case of the Connecticut, Cambridge

Winter, S. (1984) Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes.
Journal of Economic Behaviour and Organization (September).

TÍTULOS PUBLICADOS

- 1.- *Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española*. Mikel Buesa y José Molero. (1996).
- 2.- *La industria española en el marco europeo. Un análisis en la perspectiva sectorial y empresarial*. Mikel Buesa. (1996).
- 3.- *Nivel de desarrollo y composición del comercio: el contenido tecnológico de las exportaciones*. Miguel Carrera Troyano y Montserrat Casado Francisco. (1997).
- 4.- *Factores tecnológicos y estructurales explicativos de la internacionalización de las empresas innovadoras*. Antonio Fonfria Mesa. (1997).
- 5.- *La innovación tecnológica en la empresa española. Resultados de la encuesta IAIF-CDTI (1995)*. José Molero, Mikel Buesa, Carlos M. Fernández, Juan C. Jiménez, Keith Pavitt, Vicent Lerville, Danielle Archibugi, Miguel Carrera, Antonio Fonfria, Joost Heijs. (1997).
- 6.- *Internationalisation of technical change and the intermediate countries. A preliminary approach from the experience of South European economies*. José Molero. (1997).
- 7.- *Comportamiento tecnológico y pautas de internacionalización: un análisis comparado de las economías europeas*. Inés Granda. (1997).
- 8.- *I+D, capital humano y crecimiento económico en los países de la Unión Europea, 1960-1995*. Adolfo Gutiérrez de Gandarilla y Ana López. (1998).
- 9.- *Multinational and national firms in the process of technology internationalization: Spain as an intermediate case*. José Molero Zayas. (1998).
- 10.- *La política científica y tecnológica en las regiones españolas*. Antonio Fonfría, Joost Heijs, Fernando Jiménez, José Luis Zofío y Beatriz Presmanes. (1998).
- 11.- *Regional technology policy and innovations systems: A comparative study of Germany and Spain*. Joost Heijs. (1998).
- 12.- *The diffusion of the low interests credits for R&D projects offered by the Spanish Government within the Spanish production structure*. Joost Heijs. (1998).
- 13.- *I+D e innovación tecnológica en las regiones españolas*. Mikel Buesa. (1998).
- 14.- *Patrones de Innovación y política tecnológica*. Antonio Fonfría Mesa. (1999).
- 15.- *De los modelos de innovación a los regímenes tecnológicos schumpeterianos*. Antonio Fonfría Mesa e Inés Granda Gayo. (1999).
- 16.- *Formas de Internacionalización. Un estudio aplicado*. Adolfo Gutiérrez de Gandarilla Saldaña y Luis Javier Heras López. (1999). (Existe la versión en inglés de este documento).

- 17.- *Difusión de los créditos del CDTI en las empresas innovadoras del País Vasco y Navarra*. Joost Heijs. (1999).
- 18.- *Innovation and Internationalisation Policies in Spain: Special Consideration of Less Developed Areas*. José Molero y Antonio Fonfría. (2000).
- 19.- *El Control de los intercambios internacionales de armamento y tecnologías de doble uso: el caso de España*. Mikel Buesa. (2000).
- 20.- *Patrones tecnológicos y competitividad: un análisis de las empresas innovadoras en el País Vasco*. Mikel Buesa y Arantza Zubiaurre. (2000).
- 21.- *Public finance of the R&D activities in enterprises: Role and impact of the Spanish low interest credits for R&D*. Joost Heijs (2000).
- 22.- *Intervencionismo estatal durante el franquismo tardío: un análisis del condicionamiento industrial*. Mikel Buesa y Luis E. Pires (2001).
- 23.- *Nuevas pautas de internacionalización de la I+D de las empresas multinacionales estadounidenses*. Ana Bellver (2001).
- 24.- *Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: Un aproximación teórica*. Joost Heijs (2001)
- 25.- *Justificación de la política de innovación desde un enfoque teórico y metodológico*. Joost Heijs (2001).
- 26.- *Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura*. Mikel Navarro (2001).
- 27.- *El análisis y la política de clusters*. Mikel Navarro (2001).
- 28.- *Los sistemas regionales de innovación del País Vasco y Navarra*. Mikel Buesa (2001).

Normas de edición para el envío de trabajos:

Texto: Word para Windows

Tipo de letra del texto: Times New Roman 12 Normal

Espaciado interlineal: Sencillo

Tipo de letra de las notas de pie de página: Times New Roman 10 Normal

Numeración de páginas: Inferior centro

Cuadros y gráficos a gusto del autor indicando programas utilizados

En la página 1, dentro de un recuadro sencillo, debe figurar el título (en negrilla y mayúsculas), autor (en negrilla y mayúsculas) e institución a la que pertenece el autor (en letra normal y minúsculas)

En la primera página del trabajo, se deberá incluir un *Resumen* en español e inglés (15 líneas máximo), acompañado de *palabras clave*

Los trabajos habrán de ser enviados en papel y en soporte magnético a la dirección del Instituto de Análisis Industrial y Financiero.

