

LOS INDICADORES DEL
DESARROLLO CIENTÍFICO Y
TECNOLÓGICO.
INDICADORES EXISTENTES E
INDICADORES NECESARIOS

Paloma Sánchez

Cuadernos de Sección. Ciencias Sociales y Económicas 2. (1995) p. 197-214
ISBN: 84-87471-90-0
Donostia: Eusko Ikaskuntza

How to do a good assessment of technological development. Recent analysis show the difference between the sixties and eighties in the economical importance of technological development -showing a relatively more economical influence in the sixties. But this paradoxical result could be a question of incorrect measurement through the existing indicators. For this reason, it is necessary to correct them.

Cómo hacer una buena evaluación del desarrollo tecnológico. Análisis recientes muestran la diferencia entre la década de los sesenta y la de los ochenta acerca de la importancia económica del desarrollo técnico mostrando relativamente una mayor importancia durante los sesenta. Pero este resultado paradójico podría ser a causa de una medición incorrecta de los indicadores existentes. Por esta razón, es necesario corregirlos.

Nola egin garapen teknologikoaren ebaluaketa egokia. Berriki buruturiko analisiek hirurogeigarren eta larogeigarren urteetako hamarkaden arteko desberdintasuna erakusten dute, garapen teknikoaren garrantzi ekonomikoari dagokionez, hirurogeigarrenetan garrantzi erlatibo handiagoa zuela azalduz. Emaiza paradoxiko hori ordea, diren adierazieen neurketa okerraren ondorio izan daiteke. Arrazoi horregatik, zuzendu beharrekoak dira.

1. LOS PRINCIPALES INDICADORES DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Tanto los estudiosos del sistema de ciencia y tecnología como los decisores políticos en este campo, vienen manifestando su preocupación por lo que se ha dado en llamar la paradoja de la productividad. La cuestión es la siguiente: se está produciendo en los últimos años un desarrollo tecnológico sin precedentes que, sin embargo, no está traduciendo en crecimiento económico y desarrollo social en la medida que cabría esperar. A pesar de dicha mejora tecnológica, estamos lejos de las altas tasas de productividad y crecimiento que se alcanzaron en el mundo en los años 60.

Entre las posibles causas de esta paradoja se apuntan las siguientes:

- a. Caminamos hacia un nuevo sistema tecnoeconómico con una estructura distinta al anterior. no identificamos bien las características de los elementos que integran esa estructura ni las relaciones entre los mismos y aún no somos capaces de analizar con claridad esta nueva realidad.
- b. Es muy posible que existan amplios desfases entre el desarrollo tecnológico y la extensión de sus efectos en el tejido industrial. Grandes innovaciones del pasado, por ejemplo el descubrimiento de la electricidad, tardaron décadas en dejar sentir su influencia en las macromagnitudes.
- c. Es muy posible que la paradoja mencionada sea más aparente que real, que los incrementos de productividad de los años 60 se sobreestimaran y en cambio se infravaloren los datos actuales.
- d. Quizás el mundo empresarial no está sabiendo introducir y aprovechar el desarrollo tecnológico, por ejemplo, porque existen retrasos en el reconocimiento de las características de las nuevas tecnologías, porque no existe la suficiente experiencia para identificar lo que las mismas requieren en términos, por ejemplo, de personal cualificado, o de nuevas relaciones de cooperación con otras empresas, etc.
- e. La todavía escasa utilización de los desarrollos tecnológicos, es decir, la deficiente difusión de los mismos, puede deberse a una escasez de personal con la debida capacitación para su aprovechamiento. En definitiva los sistema de enseñanza aún no han reaccionado lo bastante como para proveer al mercado de trabajo de las cualificaciones necesarias.

Las anteriores explicaciones tienen una característica común, en todos los casos hay detrás una deficiente medición de los fenómenos, de sus orígenes y de sus efectos. Los indicadores que hemos venido usando en el pasado parecen no servir para explicar las nuevas realidades, se han quedado desfasados y precisamos, en consecuencia, de nuevos instrumentos con los que acometer el análisis.

Un ejemplo que pone de manifiesto lo inadecuado de nuestras mediciones, lo constituye el caso italiano. Italia tiene unos indicadores tradicionales, tales como patentes registradas en Estados Unidos o gastos en I+D con relación a su producto interior bruto, por debajo de la media comunitaria. Por el contrario Italia está demostrando una gran eficiencia tecnológica que se traduce en un incremento de su competitividad en los mercados internacionales.

Podemos definir los indicadores de ciencia y tecnología como un conjunto de datos organizado y sistemático, diseñado para contestar cuestiones acerca de las características y el funcionamiento del sistema de ciencia y tecnología.

Esta sencilla definición oculta tras de sí una realidad mucho más compleja, derivada de la propia complejidad del sistema de ciencia y tecnología. Podemos, como es habitual distinguir entre indicadores de input, de output, o de impacto; entre indicadores a nivel micro o macro económico; de tipo cualitativo o cuantitativo; de actividad, de productividad, de conocimiento científico, etc. Como es lógico, los distintos tipos de indicadores tendrán una diferente dificultad u distintos grados de utilidad.

El medir mejor una determinada realidad, no siempre significa que los instrumentos de medida hayan de ser absolutamente nuevos. De hecho tenemos ante nosotros dos opciones: una primera, mejorar los indicadores que actualmente se utilizan, por ejemplo depurando y mejorando las fuentes estadísticas que sirven para la confección de los mismos, delimitando mejor los conceptos y homogeneizando criterios, incrementando la comparabilidad internacional de dichos indicadores, etc. Una segunda vía consiste en la construcción de indicadores absolutamente nuevos. En los epígrafes que siguen vamos a tratar simultáneamente ambos temas, poniendo de manifiesto algunas de las dificultades que se detectan en los indicadores al uso y sugiriendo el establecimiento de indicadores nuevos.

Es preciso mencionar que cualquier mejora de los indicadores existentes debe tomar en consideración las opiniones de los distintos estamentos que intervienen en el tema. Es decir, los usuarios y los productores de los mismos.

De acuerdo con la OCDE existen 4 grupos de potenciales usuarios que son: a) los que toman decisiones de política económica, básicamente de política científica y tecnológica, b) los analistas o investigadores c) las personas que trabajan dentro del sistema de ciencia y tecnología y d) el público en general. Estos grupos pueden estar interesados en el mismo tipo de cosas, como por ejemplo el efecto del cambio tecnológico en el empleo, en el medio ambiente, etc., pero las preguntas que se cuestionan son diferentes, participan de manera distinta en la preparación de estos indicadores y pueden interpretarlos también de forma diferente.

Se distinguen igualmente tres tipos de productores, a) los servicios estadísticos gubernamentales, b) otros organismos públicos, como pueden ser las oficinas de patentes o el

Banco Central para la Balanza de Pagos Tecnológicos y c) fuentes comerciales, es decir compañías consultoras que recolectan, proporcionan estadísticas y, en definitiva, producen indicadores como un servicio comercial.

En nuestra opinión además de estos dos grandes grupos habría que incluir un tercer colectivo, que en ocasiones serán usuarios, en otras productores, y siempre suministradores de gran parte de la información estadística que sirve de base para la producción de indicadores. Nos referimos a las empresas. Es bien sabido, que la actividad científica e investigadora de alguna de ellas, es superior a la de muchos estados, así como que en las pequeñas y medianas empresas se producen una gran parte de las innovaciones de tipo incremental responsables, en gran medida del desarrollo tecnológico presente. Es muy posible que la actividad de las pequeñas y medianas empresas, si se midiera adecuadamente, permitiera explicar la paradoja italiana a la que antes hacíamos referencia. Cualquier creación de un nuevo indicador debe contar de antemano con la opinión de las empresas, es preciso saber si están en condiciones de proporcionar el nuevo dato que le vamos a pedir o si por el contrario es un tipo de información que no elaboran para sí mismas o que no incluyen en la información a terceros que proporcionan, y que en consecuencia deberán producir ex novo.

La OCDE ha sido el principal organismo que, durante las dos últimas décadas ha realizado un impresionante esfuerzo para el desarrollo de indicadores en ciencia y tecnología.

En el siguiente Cuadro se ponen de manifiesto los Manuales ya elaborados, a partir de los cuales se publican las correspondientes estadísticas, y los que están en preparación.

Cuadro nº 1

INDICADORES EN CIENCIA Y TECNOLOGIA

FAMILIA FRASCATI

I + D (Input)	- Manual OCDE (1989 y 1992)
TBP (output o impacto)	Manual OCDE (1990)
Innovación (impacto)	Manual OCDE (Oslo) 1992
Patentes (Output)	- Manual OCDE en preparación
Comercio de productos hightech (Impacto)	- Manual OCDE previsto
Bibliometría (Output)	- Manual OCDE previsto

OTROS

Estadísticas sobre ordenadores y Comunicaciones	Manual en preparación
Inversiones intangibles	Marco conceptual en preparación
Estadísticas de Educación e Indicadores de Educación	Manual en prensa
Estadísticas de Formación	Manual previsto
Subsidios	Manual previsto

La mayoría de los indicadores mencionados comparten una serie de características, que son las siguientes:

- a. Es muy difícil medir con cualquiera de ellos las consecuencias económicas y sociales de ciertas innovaciones. Por ejemplo cuando aparecieron los primeros anticonceptivos orales era difícil prever, de una parte, el debate ético y moral que los mismos iban a originar y, de otra, los efectos sobre la incorporación de la mujer al trabajo que los mismos iban a propiciar. Algo parecido nos ocurre en estos momentos con los desarrollos en biotecnología.
- b. Hoy día, al contrario de lo que ocurría hace poco más de una década, se acepta que el proceso de generación de innovaciones es un proceso complejo y en absoluto lineal. Resulta así que algunos indicadores de resultados son inputs en otras fases del proceso que, no necesariamente, se desarrollan a continuación del anterior. El efecto

cruzado de las distintas actividades disminuye y complica la capacidad interpretativa de los indicadores. Así, por ejemplo, durante años se ha estado pensando que el conocimiento científico precedía al desarrollo tecnológico; la realidad actual nos pone de manifiesto que no siempre es así. Pensemos que buena parte de las mejoras en el conocimiento morfológico y funcional del organismo humano son debidos a los avances en la electromedicina; es la disponibilidad de aparatos, mínimamente invasores, pero susceptibles de entrar en nuestro organismo lo que nos permite conocer éste mejor.

- c. Tenemos, en general, más indicadores de input que de output. Además, los indicadores de resultados suelen tener más problemas interpretativos. Igualmente hay más indicadores de producción, tanto de conocimiento científico como de desarrollo tecnológico, que de difusión de los mismos.
- d. Existen numerosos problemas conceptuales en su elaboración y tenemos dificultades para conseguir una alta comparabilidad internacional. A paliar ambos problemas se dirigen los distintos Manuales elaborados o en curso.
- e. El indicador óptimo varía según el tipo de actividad que se estemos contemplando. Por ejemplo las publicaciones en revistas científicas son un mejor indicador de la investigación en las Universidades que de la investigación en las empresas, mientras que las patentes registradas son un mejor indicador de los resultados de investigación en las empresas que en las Universidades. Evidentemente no existe comparabilidad posible entre los dos tipos de indicadores.

Veamos las características de alguno de los indicadores mencionados antes de centrarnos en las patentes.

1.1. *I + D*

En 1992 ha sido aprobado un nuevo Manual de Frascati que incorpora los resultados de una reunión internacional de expertos que tuvo lugar en Roma en octubre de 1991 y en el que se revisan y se actualizan los conceptos y criterios para elaborar las estadísticas de investigación y desarrollo, tanto en lo que respecta a recursos financieros dedicados a las mismas como a recursos humanos.

Se definen estas actividades como aquellas que comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de una forma sistemática destinado a incrementar el stock de conocimiento. Se incluye el conocimiento acerca del hombre, su cultura y la sociedad en la que vive, así como el uso de ese stock de conocimiento para desarrollar nuevas aplicaciones. Se dividen las actividades en investigación básica aplicada y de desarrollo, como se hacía anteriormente, y se mantiene un concepto estricto de la I+D, no considerando como tal numerosas actividades complementarias a la misma e imprescindibles para que exista desarrollo tecnológico.

A mi juicio en esas dos características de tipo general residen muchos de los problemas del indicador, que desgraciadamente no han sido resueltos en esta reciente versión. De una parte la distinción entre actividades de investigación básica aplicada y de desarrollo cada vez es menos clara y de otra tienen creciente importancia esas restantes actividades complementarias, como pueden ser muchos de los gastos e inversiones intangibles que la empre-

sa realiza (diseño e ingeniería; formación del capital humano; reorganización de la producción, introduciendo planificación estratégica, dirección descentralizada, potenciación del trabajo en equipo, mecanismos just in time o calidad total, etc.; inversiones realizadas con el objetivo de conseguir una flexibilización de los procesos productivos y aumento de las economías de gama; etc.

Además de esta característica, otras dificultades que plantea el manejo de este indicador son las siguientes:

- Se trata evidentemente de un indicador de input que no nos dice nada sobre la eficiencia de la unidad investigadora en el uso de esos recursos.
- Se minusvaloran claramente las actividades de las pequeñas y medianas empresas que por no tener, en general, un departamento de I+D específico, no suelen contestar las encuestas al efecto, aunque en la práctica una parte de su personal sí realice actividades de investigación.
- La falta de difusión del propio Manual de Frascati hace que se manejen criterios diversos a la hora de calcular las actividades de I+D, dándose una escasa homogeneidad en el cálculo de estos costes.
- Se infravalora la investigación en el sector servicios, en parte por la importancia que para ellos tiene el desarrollo del software, no contemplado éste entre los datos de I+D. Dado que los servicios están incrementando su participación en el producto interior bruto de los distintos países, es creciente la parte del fenómeno que medimos mal.

A pesar de todo ésto es uno de los indicadores más utilizados, porque con todas sus imperfecciones se dispone de un Manual para su elaboración que cuenta ya con tres décadas de antigüedad y una inmensa mayoría de países elaboran estas estadísticas.

1.2. Comercio de alto contenido tecnológico

Desde hace unos años la OCDE viene elaborando estadísticas de comercio de productos de bajo, medio y alto contenido tecnológico. La clasificación de los productos en estas categorías se rige por el siguiente criterio:

- Productos de bajo contenido tecnológico: Aquellos que elaboran industrias que dedican a I+D menos del 1% de su volumen de ventas.
- Productos de medio contenido tecnológico: Aquellos que elaboran industrias que dedican entre un 1 y un 3% de su volumen de ventas a I+D.
- Productos de alto contenido tecnológico: Aquellos que elaboran industrias que dedican más de 3% de su volumen de ventas a I+D.

Se es consciente de las dificultades que este tipo de indicador entraña, pero no se ha sido capaz, hasta el momento, de sustituirlo por otro mejor. Como indicativo de las cautelas con que debe ser utilizado, digamos por ejemplo que España es un país productor y exportador de ordenadores, producto de alto contenido tecnológico, sin que ello quiera decir que el esfuerzo en I+D necesario para su producción haya sido realizado por empresas españolas, antes al contrario, la tecnología ha sido comprada al exterior.

1.3. Bibliometría

La bibliometría es uno de los escasos indicadores de resultados con que contamos, y como es bien sabido, hace referencia al número de publicaciones científicas efectuadas por un cierto colectivo por unidad de tiempo.

Este indicador plantea los dos siguientes problemas. Puede ser relativamente bueno para medir los resultados de la investigación de carácter público, pero es bastante inadecuado para medir los resultados de la investigación de carácter privado, ya que las empresas no tienen ningún interés en difundir los resultados de su investigación sin obtener nada a cambio. Un elemento de importancia creciente en el sistema de ciencia y tecnología va a afectar negativamente a este indicador; nos referimos al incremento de relaciones entre la universidad y la industria. En efecto, en la medida en que la industria contrata proyectos de investigación con departamentos universitarios, puede exigir que los resultados de los mismos no se difundan sin su consentimiento; en consecuencia, este medio de conseguir mayores recursos financieros para la universidad puede disminuir el volumen de publicaciones de la misma, con lo que el indicador sería menos significativo.

Otra dificultad que este indicador plantea hace referencia al uso generalizado de ciertas lenguas en el ámbito científico en detrimento de otras, lo que dificulta las comparaciones internacionales del indicador. Es obvio que la comparación entre artículos publicados por profesores estadounidenses en prestigiosas revistas de su país, con la publicaciones en esas mismas revistas efectuadas por profesores españoles, no es adecuada.

1.4. Innovación

Como es bien sabido la innovación consiste en la introducción y comercialización en los mercados de un nuevo producto o proceso, entendiendo por tal aquel que incorpora cambios tecnológicos significativos frente a los existentes con anterioridad.

En 1992 la OCDE publicó el "Manual de Oslo" denominado así por ser en esta ciudad donde finalmente se acabó la redacción. En él se desarrollan una serie de directrices para recolectar e interpretar los datos relativos a innovación tecnológica.

La aceptada complejidad del proceso de innovación y la ausencia de linealidad hacen que su análisis no pueda reducirse a un único indicador. Por el contrario lo que en ese manual se recomienda es la elaboración de encuestas de gran profundidad para ser dirigidas a las empresas. Se detallan el tipo y las características de preguntas que ineludiblemente debe incorporar y se comentan las potencialidades explicativas de las distintas respuestas. Se han realizado ya una serie de trabajos a nivel de la OCDE utilizando dicho Manual, lo que les dota de una cierta comparabilidad.

Evidentemente entre las preguntas que se deben incluir en esa encuesta de innovación aparecen aquellas que permiten elaborar todos los indicadores que hemos visto hasta el momento y el que vamos a ver a continuación, esto es, las patentes.

2. PATENTES

En ninguno de los casos mencionados hasta el momento contamos como nos ocurre aquí, con datos con más de un siglo de antigüedad.

Esta característica convierte al indicador de patentes en uno de los más utilizados para la medición de los resultados del esfuerzo en I+D, ya que permite el análisis de períodos largos y la utilización de modelos sofisticados para los que sea preciso un elevado número de datos. Es además uno de los indicadores más estudiados. Veamos donde residen las principales ventajas y dificultades que el indicador plantea.

Ventajas

- Las patentes proporcionan información acerca de las inversiones de las que se espera un impacto económico; son especialmente apropiadas para capturar la dimensión competitiva del cambio tecnológico. Dado que el obtener la protección a través de la patente es costoso en tiempo y en dinero, es previsible que sólo se patenten aquellos inventos de los cuales se esperan beneficios.
- Las patentes están muy desglosadas tanto a nivel sectorial como por campos técnicos, proporcionando por tanto información sobre la composición y la dirección de la actividad innovadora.
- Como ya hemos dicho anteriormente las series temporales con las que se cuenta son muy largas.
- Un reciente uso de este indicador para evaluar el impacto del descubrimiento es la utilización de las citas de patentes, que viene a representar, en cierto modo, la calidad de las mismas y a contrarrestar el hecho evidente de que la suma de patentes está ignorando la distinta relevancia económica y social de muchas de ellas.
- La amplia cobertura geográfica del sistema. La práctica totalidad de los países tiene un sistema de patentes y, lo que es más importante, la mayoría de ellos están representados en los sistemas europeos o americanos de carácter más global.
- El propio documento de la patente es fuente de muchos datos de interés, como son el propio año de la invención, la clasificación técnica, los datos del solicitante, etc., lo que permite un análisis bastante más rico que otro tipo de indicadores. En dichos documentos hay una gran información sobre el proceso de I+D, no disponible en otro lugar y susceptible de análisis económico.

Desventajas

- No todos los inventos se patentan. En muchos casos se protegen por mecanismos alternativos a la patente como puede ser el secreto industrial. Esta circunstancia es especialmente frecuente dentro de compañías de un mismo grupo multinacional y en ciertos sectores (defensa, informática, salud).
- No todos los inventos son técnicamente patentables. El mejor ejemplo es el software.
- La propensión a patentar difiere en gran medida por áreas tecnológicas, sectores industriales, países, etc. Por ejemplo este indicador jamás nos serviría para comparar los resultados de la investigación en el sector farmacéutico y en el de la física nuclear.

- Las empresas también tendrán distinta propensión a patentar en los diferentes mercados, en función de las expectativas comerciales de sus inventos.
- Cada oficina de patentes tiene sus propias características institucionales. Aunque existe una tendencia a la armonización, estas diferentes características pueden originar que los datos de unos países no sean estrictamente comparables con los de otros.

3. EVIDENCIA EMPÍRICA INTERNACIONAL DE LA UTILIZACIÓN DE LAS PATENTES COMO INDICADOR DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

En los primeros análisis y modelos econométricos que se realizaron durante la década de los 60 se trataba de analizar el efecto del gasto en I+D (indicador de input) en las patentes registradas (indicador de output). Se trataba pues de medir en cierto grado la productividad de gasto en investigación y desarrollo. Lo cierto es que los estudios no fueron concluyentes; tendríamos que esperar hasta los años 80 para que los análisis pusieran de manifiesto el importante desfase temporal existente entre unos y otros, lo cual dificulta que dicha influencia se vea correctamente reflejada en los modelos.

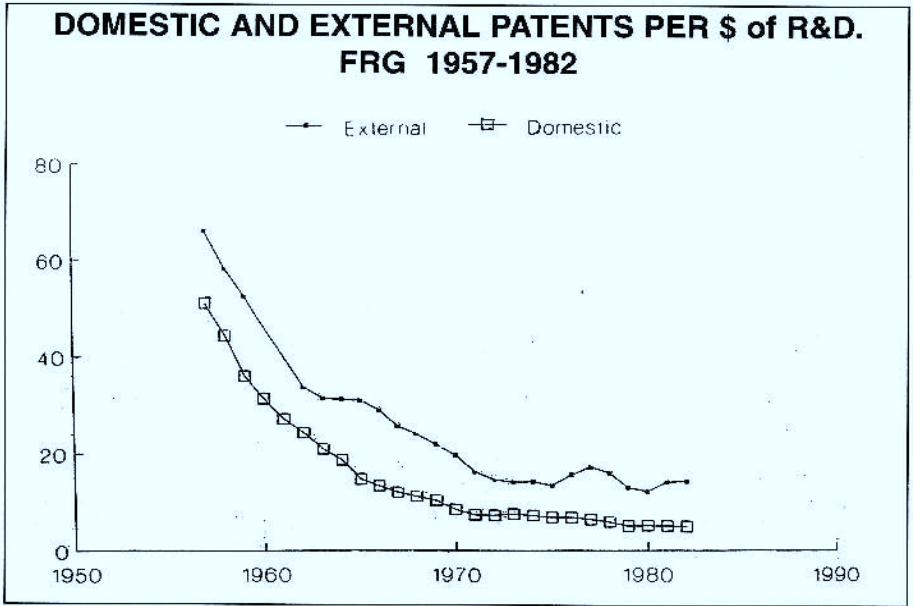
Además se detectaba ya algo que hoy es un lugar común, la existencia de grandes diferencias entre sectores. La obligada agregación para su inclusión en los modelos, convertía el dato global en poco significativo.

A fines de los años 80 se ha detectado que esa diferencia intrasectorial de la propensión a importar no parece ser tanto consecuencia de una distinta productividad del gasto en I+D de los diferentes sectores, sino más bien de una distinta percepción de los innovadores respecto a la eficacia de la patente como barrera frente a potenciales imitadores.

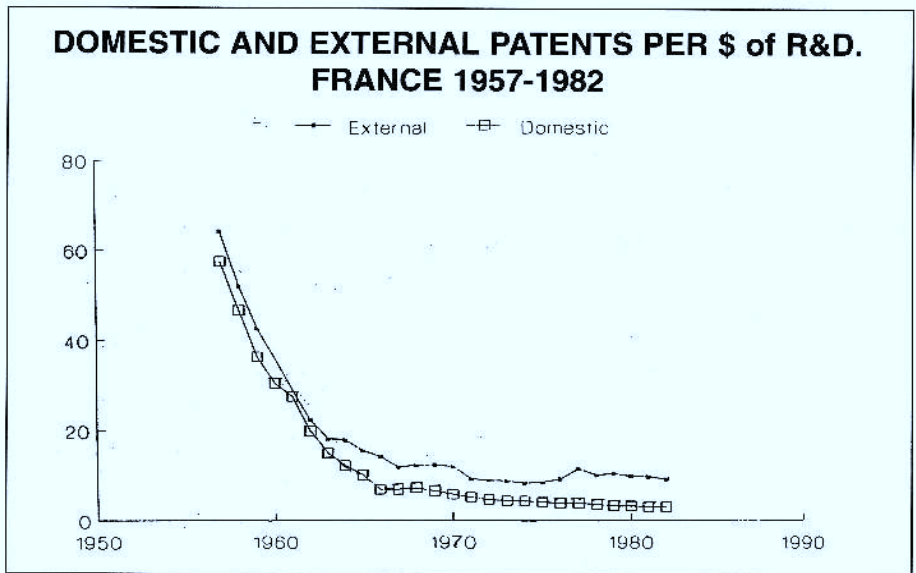
En general, en las comparaciones internacionales se suelen utilizar los datos de patentes en términos relativos respecto a otros indicadores, como por ejemplo es el propio ratio patentes respecto del gasto en I+D que de nuevo nos aproxima la noción de productividad.

Los Cuadros que aparecen a continuación nos muestran ese ratio tanto para las patentes externas como para las domésticas, en una serie de países de la OCDE. El declive del mismo es evidente y en la interpretación que dicho declive que sus autores efectúan, se destaca, de una parte que, probablemente, el gasto en I+D durante los años 60 estaba sobrevalorado y, de otra, que ha caído la importancia de la patente como barrera para prevenir las imitaciones, frente a otras barreras alternativas. Mencionan igualmente algunos de los elementos que hemos considerado más arriba, como son las dificultades de patentar en los nuevos campos de mayor desarrollo tecnológico como pueden ser el software o la biotecnología.

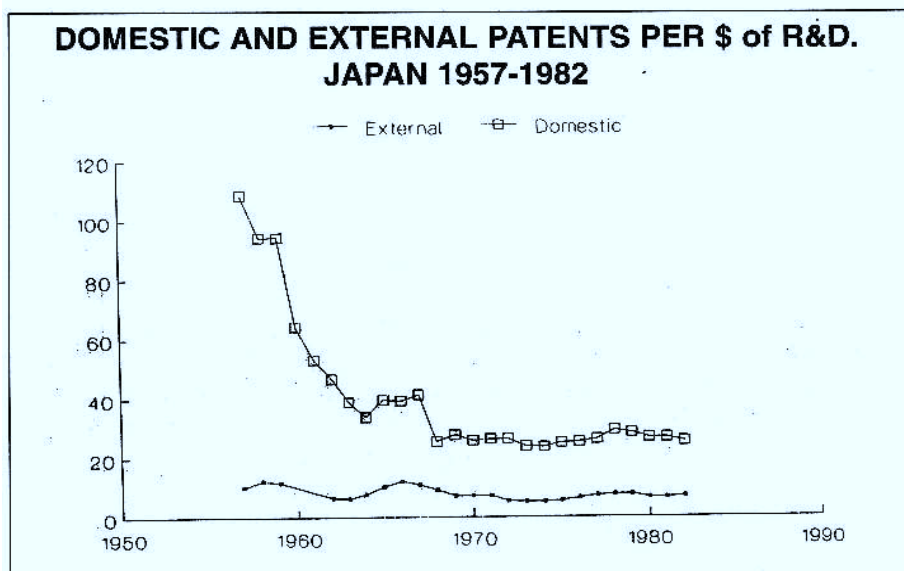
A partir de mitad de la década de los 80 y hasta el momento presente, la mayor parte de los trabajos empíricos utilizando las patentes, al objeto de mejorar la comparabilidad internacional de los resultados, han manejado el número de patentes registradas por cada país en los Estados Unidos. De esta forma se minorra el efecto de las distintas propensiones nacionales a patentar, si bien como es obvio el propio dato de los Estados Unidos tiene menos significatividad.



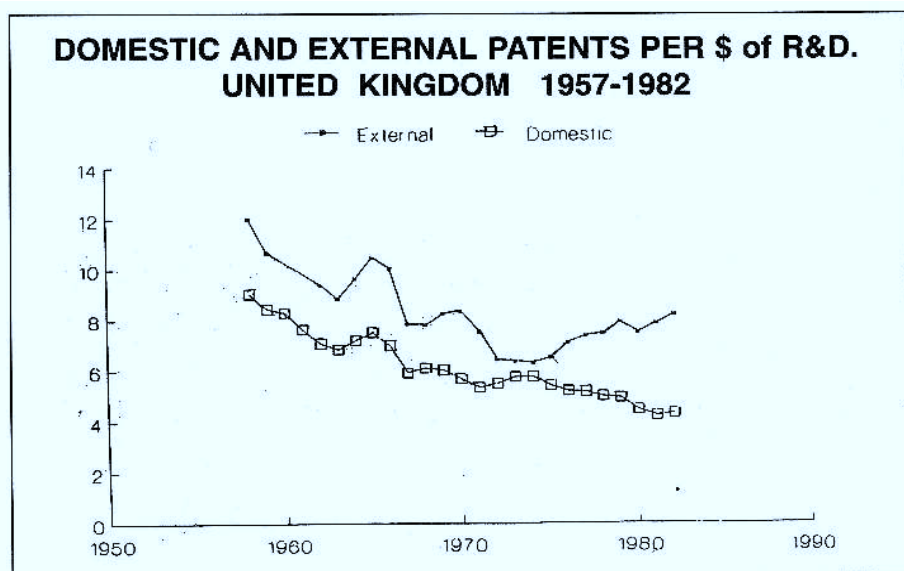
Fuente Soete, L. y otros. Recent comparative trends in technology indicators in the OECD area International Seminar on Science, Technology and Economic Gr



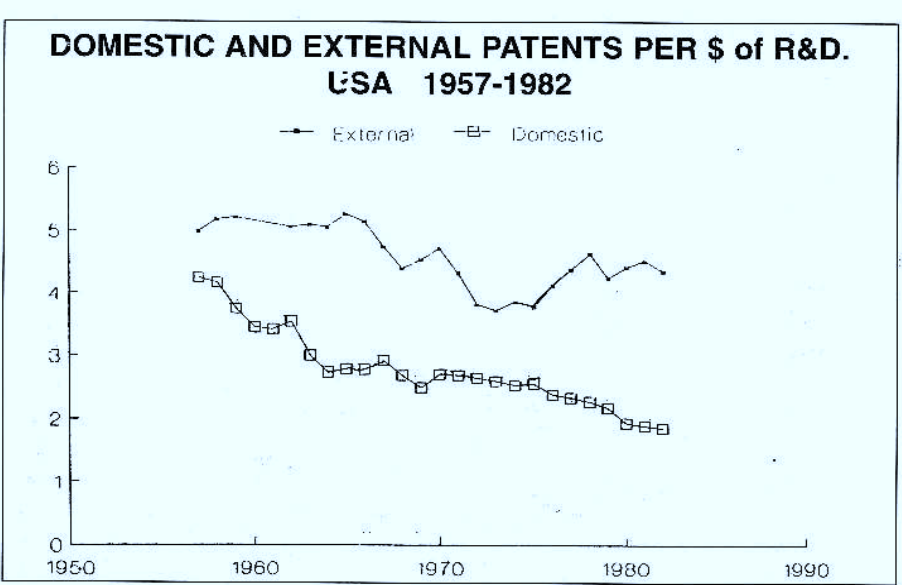
Fuente: Soete, L y otros. Recent comparative trends in technology indicators in the OECD area Internacional Seminar on Science, Technology and Economic Growth. OCDE Paris 1989.



Fuente: Soete, L. y otros. Recent comparative trends in technology indicators in the OECD area. international Seminar on Science, Technology and Economic Gr



Fuente: Soete, L. y otros. Recent comparative trends in technology indicators in the OECD area. Internacional Seminar on Science, Technology and Economic Growth. OCDE. Paris 1989.



Fuente: Soete, L. y otros. Recent comparative trends in technology indicators in the OECD area. international Seminar on Science, Technology and Economic Gr

Uno de los análisis efectuados para ver el nivel de especialización tecnológica de los distintos países es el Índice de Ventaja Tecnológica Revelada, que se construye de la forma siguiente.

$$VTR = \frac{\text{Patentes del país } i \text{ en el sector } j / \text{Patentes mundiales sector } j}{\text{Patentes país } i / \text{Patentes mundiales}}$$

A pesar de que las nuevas tecnologías presentan una menor propensión a patentar que muchas de las tecnologías más tradicionales se detectan, fuertes incrementos en el número de patentes en ciertas nuevas áreas, como son la ingeniería genética, los ordenadores y la electrónica y las telecomunicaciones.

En los últimos años se están efectuando numerosos estudios que tratan de evaluar las consecuencias del desarrollo tecnológico sobre la competitividad internacional de los distintos países, medida a través de sus cifras de comercio exterior.

Como puede deducirse ésto está llevando al primer plano de interés la elaboración de indicadores que midan el desarrollo tecnológico. Dos equipos destacan en los trabajos sobre esta naturaleza. El primero de ellos el de los investigadores de la Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex con Keith Pavitt y Giovanni Dosi y el Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT) de la Universidad de Limburg en Holanda, dirigido por Luc Soete.

En los trabajos realizados por la mayoría de las personas que se encuadran en ambos grupos se está utilizando el número de patentes registradas en los Estados Unidos, como variable a introducir en los modelos que tratan de medir el efecto de variables tecnológicas sobre comercio exterior. La conclusión de dichos trabajos es que la mencionada variable es un indicador significativo en muchos de los sectores analizados.

En España, en la Universidad Autónoma de Madrid, dentro del Instituto de Sociología de Nuevas Tecnologías, se están llevando a cabo análisis de similar naturaleza con unos resultados diferentes. Para España la propensión a patentar es escasa y aún lo es más la tendencia a registrar las patentes en los Estados Unidos. En consecuencia el escaso número de datos imposibilita que la variable pueda resultar significativa. Otros estudios muestran, en línea parecida, que existe una escasa correlación, a nivel sectorial, entre gastos en I+D y número de patentes registradas en España, incluso para sectores con una buena competitividad exterior. Esto pone de manifiesto la insuficiencia de los indicadores que estamos contemplando y la necesidad de contar con indicadores adicionales.

En cualquier caso y, como resumen de todo lo dicho sobre indicadores de ciencia y tecnología, es preciso mencionar que ninguno de ellos, de forma aislada, puede proporcionar la suficiente información sobre una industria, un sector o un país, para la toma de decisiones o para diseñar políticas. Hace falta una batería de indicadores para tener una imagen más cercana a la realidad.

Es preciso además que continúen los esfuerzos para el desarrollo de nuevos indicadores, que contemplen mejor las consecuencias socio-económicas de las nuevas tecnologías y que, además, permitan algo que cada vez es más necesario, como es la posibilidad de rendición de cuentas (accountability) de los fondos que se dedican a actividades de investigación y desarrollo. En tiempos de crisis como los que vivimos existe la tendencia a recortar gastos allá donde dicho recorte no produce efectos a corto plazo. Este es claramente el caso de los gastos en I+D, sin embargo las consecuencias a medio y largo plazo del recorte de dichos fondos, tanto de carácter público como privado, a que estamos asistiendo, puede ser dramático. Es preciso en consecuencia desarrollar indicadores que permitan mostrar al gran público y a los empresarios la necesidad y el interés de seguir dedicando fondos a estas actividades porque su utilidad en términos de prosperidad económica y progreso social para los pueblos es alta.