

REVISTA INTERNACIONAL DE ECONOMÍA

«Estadísticas de Patentes como Indicadores Económicos: Una Panorámica»

Traducción del original «Patent Statistics as Economic Indicators: a Survey», publicado en *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVIII (Diciembre 1990)

Zvi Griliches (*)

Universidad de Harvard

Oído en Catskills Resort

(un invitado a otro):

—La comida aquí es horrible.

—Sí, y las raciones son tan pequeñas.

Palabras clave: Patentes, estadísticas, indicadores económicos.

Nº de clasificación JEL: O33, O34

1. INTRODUCCIÓN

Las patentes y las estadísticas de patentes han fascinado a los economistas durante mucho tiempo. Las preguntas sobre las fuentes del crecimiento económico, la tasa de cambio tecnológico, la posición competitiva de diferentes empresas y países, el dinamismo de estructuras y organizaciones industriales alternativas, todas ellas giran en torno a nociones de inventiva diferencial: ¿Qué ha ocurrido con la tasa «subyacente» de progreso técnico y científico? ¿Cómo ha cambiado a lo largo del tiempo y entre

(*) Tengo una deuda con mis amigos y colaboradores por muchas ideas y comentarios aportados. Algunas partes de este artículo están tomadas (a menudo literalmente) de nuestro trabajo previo en este tema, especialmente de Griliches, Pakes y Hall (1987), Griliches, Hall y Pakes (1988) y Griliches (1990). Agradezco asimismo a la National Science Foundation (PRA 85-12758 y SES.82-08006) y al Programa de Productividad del National Bureau of Economic Research por la ayuda financiera prestada a este trabajo, y a F.M. Scherer sus comentarios a una versión previa. La primera versión la inicié como invitado a la Fundación Rockefeller en el Centro de Estudios y Conferencias Bellagio en Italia. Una versión anterior de este artículo se presentó como la lección magistral W.S. Woytinsky en 1989 en la Universidad de Michigan.

industrias y fronteras nacionales? Prácticamente no tenemos buenas medidas de nada de esto y, por tanto, nos vemos reducidos a la pura especulación o a la utilización de varias medidas «residuales», sólo relacionadas con las anteriores de manera distante, y de otras variables proxy. En este desierto de datos, las estadísticas de patentes aparecen como un espejismo de maravillosa abundancia y objetividad. Están disponibles, están por definición relacionadas con la actividad inventora, y están basadas en lo que parece ser un standard objetivo que sólo cambia muy lentamente. No es de extrañar que la idea de que algo interesante se puede aprender de dichos datos tienda a redescubrirse en cada generación.

Intentaré en este artículo mostrar por qué pienso que las estadísticas de patentes son interesantes a pesar de todas las dificultades que surgen en su uso e interpretación. Para ello, en primer lugar describiré la naturaleza de las patentes y el tipo de datos generados cuando se otorgan, su disponibilidad actual, y algunos de los principales problemas que aparecen cuando se intenta utilizarlos para el análisis económico. Después pasaré revista brevemente a los trabajos existentes sobre este conjunto de temas, centrándome especialmente en el trabajo de Jacob Schmookler y las cuestiones que suscita. A esto seguirá un repaso al trabajo más moderno de la «era del computador» del grupo del NBER (Griliches, Hall, Hausman, Jaffe, Pakes, Schankerman y otros), y también aludiré a trabajos similares de otros autores, especialmente al de Scherer y el grupo de Yale (Levin, Nelson, Klevorick, Winter, Reiss, Cohen, y otros) y el grupo SPRU (Freeman, Pavitt, Soete, y otros). No podré, sin embargo, hacer justicia a todo este trabajo (el trabajo de otros, de mis colaboradores, e incluso el mío propio), pero espero colocar suficientes postes indicadores, de manera que el lector interesado pueda encontrar su camino hacia y a través de esta literatura (1).

Este trabajo gira, sobre todo, en torno a la pregunta, «¿Para qué se pueden utilizar las estadísticas de patentes?». ¿Se pueden utilizar para interpretar tendencias a largo plazo? Si esto es así, ¿realmente disminuyó la actividad inventora en los años treinta y a principios de los cuarenta, como indican tales estadísticas, y de nuevo mediada la década de los setenta? ¿El hecho de que las grandes empresas tengan un ratio de patentes por dólar gastado en I + D más bajo implica rendimientos decrecientes en tales inversiones? ¿Se pueden utilizar esas cifras para concluir que las fuerzas de la demanda son factores determinantes más fuertes en la evolución del progreso tecnológico que los factores de oferta y que la evolución de la ciencia, como Schmookler podría haber dicho? Este es el tipo de cuestiones sustantivas que exploraré, aunque no necesariamente responderé, en este artículo.

Hay muchos aspectos que no se cubren en esta panorámica. No discutiré la literatura que trata sobre el valor social del sistema de patentes y las duraciones alternativas de los sistemas de protección y de las licencias. Tampoco trataré de la literatura teórica, que se está desarrollando rápidamente, sobre «carreras de patentes» y temas relacionados de teoría de juegos. Hay que trazar la línea en alguna parte y los temas

(1) Existen varios trabajos buenos sobre este conjunto de temas. Véase en particular B.L. Basberg (1987), Keith Pavitt (1978, 1985), Pakes y M. Simpson (1989), Mark Schankerman (1989), y los libros anteriores de Jacob Schmookler (1966) y C.T. Taylor y Z.A. Silberston (1973).

descritos anteriormente puede que sean ya demasiado extensos para ser tratados en un artículo y por una sola persona. Tampoco será ésta una panorámica plenamente «equilibrada». Me concentraré sobre todo en aquellos temas que mis colaboradores y yo hemos encontrado más interesantes, y menos a veces involuntariamente, en el trabajo de otros en este campo (2).

2. PATENTES Y ESTADÍSTICAS DE PATENTES

Una patente es un documento, emitido por una agencia estatal autorizada, otorgando el derecho de excluir a cualquier otro de la producción o utilización de un nuevo mecanismo, aparato, o proceso durante un número de años establecidos (actualmente 17 en los Estados Unidos). El derecho se otorga al inventor de este mecanismo o proceso después de un examen que se centra tanto en la novedad del invento como en su utilidad potencial. El derecho asociado a la patente puede ser asignado por el inventor a alguien diferente, generalmente a la entidad para la que trabaja, una corporación, y/o vendido o cedido con licencia para que lo utilice otra persona. Este derecho puede hacerse valer sólo mediante la amenaza potencial de una demanda judicial en los tribunales reclamando daños por la infracción. El propósito declarado del sistema de patentes es incentivar la invención y el progreso técnico, proporcionando un monopolio temporal para el inventor y obligando a revelar en las primeras fases la información necesaria para la producción de este bien o el funcionamiento del nuevo proceso.

El nivel de novedad y utilidad impuesto para la concesión de tal derecho no es muy alto. (En esto probablemente no difiere mucho de los niveles impuestos en la mayoría de los campos para la publicación de artículos en revistas científicas). En los Estados Unidos, por ejemplo, en 1980 se rellenaron alrededor de 104.000 solicitudes de patentes («de utilidad»), de las cuales alrededor de 65.000 se habían concedido a finales de 1984; 1.400 más fueron concedidas hasta finales de 1988 y otras 300 aproximadamente en los siguientes tres a cinco años. Estas cifras son bastante frecuentes. En los Estados Unidos la tasa de éxito en la concesión rondaba alrededor del 65 por ciento en los años setenta. En términos generales, dos de cada tres solicitudes se acaban concediendo. La tasa de concesión, la dureza del examen, varía mucho entre países y también de alguna manera a lo largo del tiempo. Ha sido de más del 90 por ciento en Francia (hasta mediados de los años setenta), alrededor del 80 por ciento en el Reino Unido y de sólo el 35 por ciento en Alemania (Schankerman y Pakes 1986, Tabla 1), y ha oscilado en los Estados Unidos desde un mínimo del 58 por ciento en 1965 a un máximo del 72 por ciento en 1967 (de las solicitudes nacionales entre 1965 y 1980). Esta variabilidad está, como mostraré más tarde, muy asociada a las diferencias en los procedimientos y recursos de las distintas oficinas de patentes, implicando también, portante, diferencias en la «calidad» media de una patente concedida entre países y entre períodos.

De las aproximadamente 62.000 patentes concedidas en 1980, un 39 por ciento fueron otorgadas a inventores extranjeros, ratio que ha ido aumentando fuertemente

(2) Esto es así especialmente en el caso de algunos trabajos europeos, porque a menudo se plantean cuestiones de alguna manera distintas en un marco intelectual diferente.

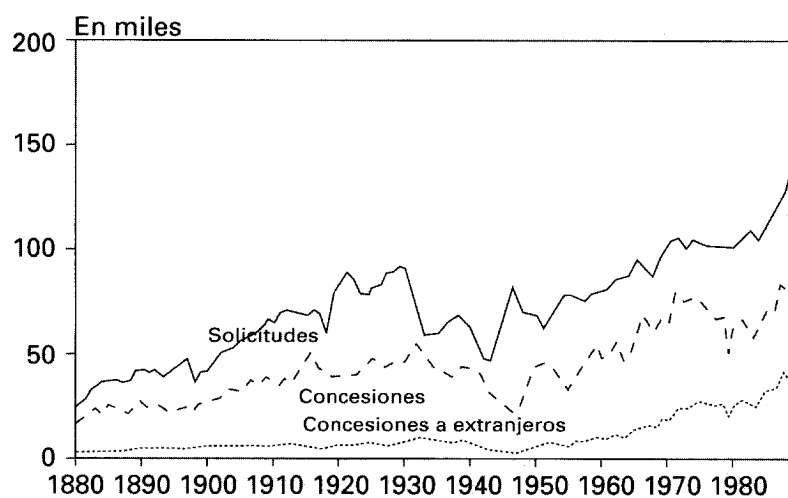
durante las últimas décadas, desde el 19 por ciento a primeros de los sesenta hasta un 48 por ciento en 1988. A las corporaciones norteamericanas les ha correspondido alrededor del 73 por ciento del número total de patentes concedidas a inventores norteamericanos (en 1988), un 2 por ciento a las agencias estatales del gobierno norteamericano, y el resto, el 25 por ciento, corresponde a inventores individuales. La fracción que corresponde a empresas extranjeras en el total de patentes extranjeras en los Estados Unidos ha crecido desde un 64 por ciento a mediados de los sesenta hasta un 82 por ciento en 1988. Las tendencias generales de estas cifras se representan en los gráficos n.^{os} 1 y 2.

Aunque las concesiones se pueden considerar como una media móvil de las solicitudes pasadas, se puede comprobar que estos datos tienden a fluctuar tanto o más que el número de patentes solicitadas. También está claro que las condiciones económicas influyen en la tasa de solicitudes de patentes. Las solicitudes eran menores durante la Gran Depresión y también durante la Segunda Guerra Mundial, y su crecimiento se detuvo en los años setenta. Además, las patentes asignadas a corporaciones en los Estados Unidos no han crecido para acercarse a la tasa de crecimiento de los gastos totales de I + D en la industria (y, por tanto, su tasa es incluso menor que la tasa de crecimiento de la I + D industrial financiada por empresas). Puesto que argumentaré posteriormente que las patentes son un buen índice de la actividad inventora, un aspecto importante de la cual se encuentra también medido mediante los gastos de I + D, necesitaremos reconciliar esta visión con los hechos agregados que se representan en el gráfico n.º 2.

También se dispone de datos a nivel de empresa. En 1984 los que más patentaron fueron General Electric, IBM, e Hitachi con 785, 608 y 596 patentes otorgadas, respectivamente. La mayoría de las principales empresas norteamericanas con patentes experimentaron una tendencia decreciente en las patentes concedidas durante los setenta, con una ligera recuperación en los ochenta, mientras que ha habido un rápido crecimiento de las patentes norteamericanas otorgadas a las principales empresas japonesas de electrónica y vehículos de motor (véase figura 5 en Griliches, 1989).

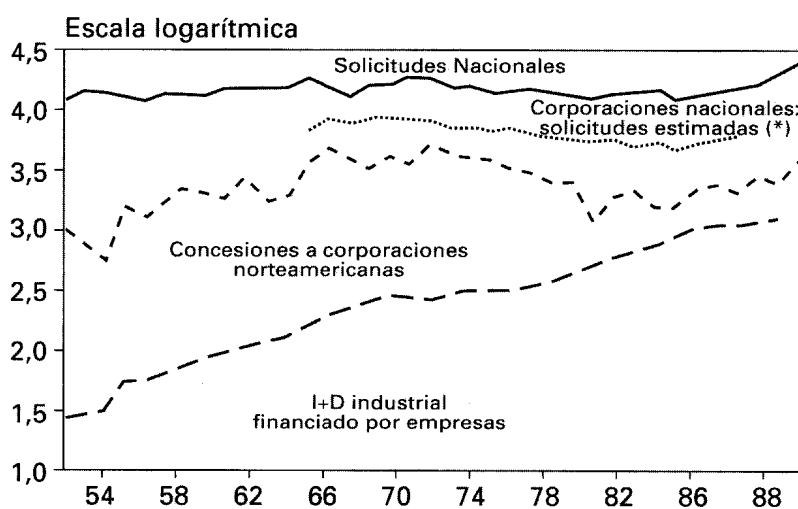
En los párrafos precedentes he abordado la información implícita en el recuento de patentes, en el número de patentes emitidas en distintos momentos, en países diferentes, y a distintos tipos de inventores. Este es el tipo de información en la que se han centrado los economistas, clasificándola también por industrias y empresas, y precisamente la utilización de esas cifras en el análisis económico será el tema central de esta panorámica. Pero un documento de patente, que es público después de haber sido otorgado, contiene mucha más información que eso. Además de la información sobre los nombres de los inventores y sus direcciones y el nombre de la organización a la que el derecho de patente puede haberse asignado, también se enumeran una o más clases de patentes a las que ha sido asignada por los inspectores, cita una serie de patentes previas y en algunas ocasiones también artículos científicos con los que esta invención concreta pueda estar relacionada, y en último lugar, aunque desde el punto de vista social es muy importante, proporciona una descripción razonablemente completa de los inventos cubiertos por esta patente en particular. Así pues, hay mucha más información que se puede extraer de los documentos de patentes que la simple cifra agregada en un

Gráfico n.º 1. **Solicitudes y concesiones de patentes en EE.UU. (1880-1989)**



Fuente: National Science Board (1987).
Oficina de Patentes de los EE.UU.

Gráfico n.º 2. **Patentes nacionales en los EE.UU. e I+D (1953-1989)**



(*) Concesiones a corporaciones norteamericanas por techo de solicitud

año concreto o para una empresa en particular. Se puede estudiar la distribución geográfica de inventos concretos, se pueden investigar los esquemas que siguen y las redes de las citas, y se puede leer el texto detallado de una serie de patentes en un campo concreto, como material en bruto para una historia tecnológico-económica sobre el tema. Además, en una serie de países extranjeros, y en los Estados Unidos desde 1982, hay que pagar un precio no despreciable por la renovación, que se eleva con la edad de la patente. Esto resulta en un significativo abandono de las patentes antes de la fecha de su expiración reglamentaria y genera, de paso, un conjunto de estadísticas potencialmente muy interesantes sobre mortalidad de patentes.

En los Estados Unidos, las estadísticas de patentes agregadas, clasificadas de varias maneras, son hechas públicas por el Centro de Documentación (anteriormente la Oficina de Predicción y Asesoramiento Tecnológico) de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos. Las principales series se publican en el compendio bianual *Science Indicators* de la National Science Foundation. Tabulaciones más detalladas o bien están disponibles, o pueden prepararse en la Oficina de Patentes, y también se puede encontrar ahora información resumida sobre todas las patentes recientes en discos CD-ROM. El texto completo de las patentes se puede hallar en una serie de almacenes bibliográficos en los Estados Unidos y ahora también se puede acceder a ellos a través de los servicios bibliográficos computerizados de bases de datos, tales como Dialog y BSR. Dados los avanzados programas de búsqueda disponibles en dichos servicios, es posible llevar a cabo toda una variedad de búsquedas específicas en tales bases de datos, en busca de las patentes en un área concreta o aquellas que mencionen un determinado material, instrumento o una patente anterior concreta, y tabular los resultados a un coste razonable. El Centro Internacional de Documentación sobre Patentes en Viena, Austria, está efectuando la recogida de los datos de patentes para otros países, y se publican anualmente en el *World Intellectual Property Annual*. Los resúmenes por países se publican en la OCDE, *Main Science and Technological Indicators*, y en las oficinas de estadísticas de varios países, tales como Statistics Canada. Se puede acceder en pantalla a la información actual sobre patentes extranjeras individuales, a través de Dialog.

Existen dos problemas principales a la hora de utilizar los datos de patentes para el análisis económico: clasificación y variabilidad intrínseca. El primero es, sobre todo, un problema técnico. ¿Cómo se asignan los datos de patentes organizados por empresas o por clases de patentes sustantivas entre agrupaciones de productos o de industrias que sean económicamente relevantes? Discutiré esta cuestión en breve. El segundo problema es mucho más difícil y será discutido en profundidad más tarde. Se refiere al hecho obvio de que las patentes difieren en gran medida en cuanto a su significación técnica y económica. Muchas de ellas reflejan mejoras poco importantes de reducido valor económico. Algunas de ellas, sin embargo, se muestran como extremadamente valiosas. Desafortunadamente, rara vez sabemos distinguir unas de otras, y todavía no disponemos de un buen procedimiento para «ponderarlas» adecuadamente. Discutiré los retazos de evidencia disponibles sobre este tema en la sección 5 de este trabajo.

Las patentes se conceden por el invento de una fórmula química, un diseño mecánico, o un proceso (procedimiento), y ahora incluso por un programa de ordenador.

La Oficina de Patentes clasifica las patentes en muchas clases (más de 300 a mediados de los años cincuenta) y muchas más subclases (más de 50.000) basándose en su propia necesidad de facilitar la búsqueda de los inventos previos. Este sistema de clasificación resultante está basado principalmente en principios tecnológicos y funcionales, y muy rara vez guarda alguna relación con la noción bien definida que los economistas tienen sobre un producto o una industria (que en cualquier caso puede que sea un espejismo). Una subclase para productos relacionados con la dispensa de líquidos incluye tanto una pistola de agua como una pila de agua bendita. Otra subclase relacionada con la dispensa de sólidos contiene patentes tanto de tubos de pasta de dientes como de un extendedor de estiércol (Schmookler 1966, pág. 20). No obstante, con una notable excepción (Scherer 1984a) y los más recientes estudios basados en datos canadienses, casi todos los intentos para relacionar las cifras de patentes con los datos industriales utilizan el sistema de subclases como su unidad básica de asignación.

Antes de intentar cualquier clasificación nos tenemos que enfrentar a la ambigüedad inherente a la tarea. ¿Queremos asignar el invento a la industria en la que se ha realizado («origen»), a la industria que probablemente lo producirá, o a la industria que utilizará el producto resultante o proceso y cuya productividad puede verse beneficiada por ello (industria de «utilización» o destino)? Considérese, como un ejemplo, el caso de un nuevo arado inventado en el laboratorio de investigación de una empresa química como parte de su proyecto sobre sistemas de utillaje y fertilizantes combinados. Depende de lo que queramos obtener de los datos. Si queremos estudiar los rendimientos de los gastos en I + D nos gustaría contabilizarlo en la industria química de donde vino el dinero para su desarrollo. Si lo que pretendemos es analizar el impacto del cambio tecnológico sobre la tasa de inversión en la venta de nuevo equipamiento, nos gustaría contabilizarlo en la industria de equipamiento agrícola. Si estamos interesados en sus efectos sobre la medida de la productividad, es más probable que queramos asignarlo a la agricultura. Esta diferencia en las cuestiones relevantes se refleja también en que diferentes investigadores utilizan distintas estrategias de clasificación.

Schmookler, en su principal trabajo, eligió elaborar los datos sobre patentes de bienes de capital referentes a una determinada industria, revisando cuidadosamente un conjunto de subclases, obteniendo una muestra de patentes en ellas, y decidiendo si en realidad era probable que la mayoría de ellas fuesen utilizadas en la industria en cuestión. Entonces procedió a agregar en un total industrial el número total de patentes en cada una de las subclases aceptadas. De esta manera construyó series temporales para los inventos de bienes de capital, de relevancia para la industria del ferrocarril, la industria papelera, el refino de petróleo y la construcción. Centrándose en los inventos de bienes de capital únicamente y en unas pocas industrias seleccionadas y mejor definidas, y no insistiendo en ser exhaustivo o completo, se facilitó mucho las cosas. Esta elección le obligó, sin embargo, a dejar de lado cualquier análisis serio de las patentes de los bienes de consumo o los procesos de producción. Su clasificación industrial estaba basada en el tercer tipo: el lugar de utilización potencial para el bien de capital nuevo o mejorado.

A mediados de los años setenta la Oficina de Patentes estableció una unidad de

investigación, la Oficina de Predicción y Asesoramiento Tecnológico (OTAF). Uno de sus primeros trabajos, bajo contrato de la Unidad de Indicadores Científicos de la National Science Foundation (NSF), fue intentar producir estadísticas de patentes al nivel de tres y dos y medio dígitos en la clasificación industrial standard (SIC), correspondiendo en términos generales a la clasificación de investigación aplicada y desarrollo por productos de la NSF. Esto se llevó a cabo mediante el desarrollo de una «concordancia» entre clasificación de clase y subclase de patente y el SIC. Cuando una subclase no pertenecía de manera obvia a una sola industria SIC, se contabilizaba en todas con las que estaba relacionada, resultando con ello una duplicación considerable en la contabilización. La asignación industrial estaba basada principalmente en la segunda noción de la clasificación industrial relevante: Las patentes se asignaban a aquellas industrias de las que se esperaba provendría la producción de los bienes por ellos diseñados o que utilizarían los procesos en la manufactura de sus productos. La nueva patente de arado, en el ejemplo previo, sería asignada por la concordancia OTAF a la industria de manufactura de equipamiento agrícola.

La concordancia OTAF fue criticada desde el principio debido a la arbitrariedad en la asignación de algunas de las subclases y las inferencias equivocadas que podrían surgir de la extendida doble contabilidad (F.M. Scherer 1982a; Luc Soete 1983) (3). Los dos ejemplos más curiosos de problemas surgidos de tales procedimientos fueron la aparición de una actividad de patentes significativa y rápidamente creciente por parte de los japoneses en la industria aeronáutica, un desarrollo bastante sorprendente y misterioso dado el estado bastante rudimentario de la industria aeronáutica japonesa en aquel entonces. Resultó ser la consecuencia de asignar la categoría de patentes de «motores» tanto a la aeronáutica como a los vehículos de motor. Casi todas las patentes japonesas de motores eran patentes de motores de automóviles y debido a que las patentes en la categoría de motores eran numerosas en relación a otras clases de patentes aeronáuticas, llegó a dominar la categoría de patentes aeronáuticas casi por completo. Otro ejemplo lo proporcionaron los productos químicos agrícolas y la industria farmacéutica, donde las patentes asignadas se solapaban en un 90 por ciento (!). Esto es, únicamente el 10 por ciento de las patentes contabilizadas en esas industrias lo eran sólo en ellas. Es dudoso que datos que se repiten de esa manera puedan ser utilizados en análisis económicos, que intentan conocer algo sobre las fuentes del progreso técnico inspeccionando las experiencias diferenciadas de distintas industrias. Los datos por «industria» de la OTAF contienen muy poca información independiente sobre la historia de patentes de las industrias reales.

Como resultado de tales críticas, la versión de 1985 de esta concordancia se ha mejorado corrigiendo algunos de los errores más obvios y fraccionando la asignación de subclases dudosas, reduciendo así su importancia global en los totales finales. Pero la mayoría de las cuestiones básicas de clasificación todavía quedan sin resolver.

Una manera de evitar algunos de estos problemas es que el inspector de patentes asigne una patente concreta a una o varias industrias SIC, basándose en su utilización

(3) Véase OTAF 1985, las actas de la conferencia sobre concordancia, para una discusión más detallada de algunas de estas cuestiones.

potencial. Esto es lo que se hace ahora en el sistema de patentes canadiense. Una posibilidad, actualmente desarrollada por Robert Evenson y sus estudiantes, es tomar una muestra de patentes de los Estados Unidos también patentadas en Canadá y contrastar la asignación canadiense SIC con el sistema de clasificación de patentes de los Estados Unidos, derivándose así una concordancia alternativa con fundamento empírico y ya fraccionada naturalmente (véase el anexo A de A.S. Englander, R. Evenson, y M. Hanazaki 1988; Evenson, S. Kortum, y J. Putnam 1988; Kortum y Putnam 1989).

Un enfoque alternativo, utilizado en primer lugar por Scherer (1965a y 1965b) y más recientemente por el grupo del NBER (véase John Bound et al. 1984), comienza por las patentes totales de empresas concretas y luego las agrupa en industrias atendiendo a la actividad principal de la empresa. Esta es una clasificación por «origen». Puede ser útil para el análisis de datos a nivel de empresa, relacionando las patentes con las inversiones en I + D y los resultados subsiguientes para las empresas donde se habían desarrollado originalmente. Pero es mucho menos útil para el análisis de datos industriales, debido tanto al carácter de conglomerado de muchas de las grandes corporaciones norteamericanas, como al hecho de que patentes concretas pueden estar teniendo un impacto que va más allá de las fronteras de su industria de «origen».

La gran diversificación de muchas empresas, así como las olas de fusiones crean problemas técnicos al intentar utilizar los datos de patentes incluso a nivel de empresas individuales. Lo que figura en la patente es el nombre de la organización a la que ha sido asignada. Esta organización puede muy bien ser una subsidiaria o una división separada de una compañía más amplia. Además, una compañía puede cambiar de nombre y/o puede fusionarse. Debido a que la oficina de patentes no emplea un código de empresas consistente en su registro informatizado, excepto para las compañías que más patentan, donde la lista de subsidiarias se comprueba manualmente, las cifras de patentes de una compañía obtenidas por la simple agregación de sus registros informatizados puede ser muy incompleta (véase B.H. Hall et al. 1988 para detalles adicionales sobre este conjunto de temas).

Debido a estas consideraciones y a su interés en seguir la pista a los efectos de difusión de la I + D sobre la productividad en las industrias que más probablemente se beneficiarían de ellos, Scherer (1982a, 1984b) emprendió la gran tarea de examinar más de 15.000 patentes concedidas, desde junio de 1976 hasta marzo de 1977, a las 443 empresas manufactureras norteamericanas más grandes representadas en la Encuesta de Líneas de Negocios de 1974 de la Federal Trade Commission. Hay al menos dos aspectos que son únicos en este esfuerzo de elaboración de datos: En primer lugar, cada patente fue inspeccionada individualmente, clasificada como un invento de producto o de proceso, y asignada hasta a tres industrias potencialmente usuarias o dos categorías de utilización general posible. Además, la patente se asignaba también a una industria de «origen» sobre la base de la información de la localización de los inventores dentro de la estructura de Líneas de Negocios de la compañía concreta. En otras palabras, y este es el segundo aspecto singular de estos datos, la industria de origen se definía «por debajo» del nivel de la compañía, a un nivel de división o de «negocio» que era más relevante, y los gastos en I + D de las empresas eran, asimismo, subdivididos y asignados a este nivel industrial más apropiado. Uno de los productos

finales de este trabajo fue una matriz de «flujos de tecnología», utilizando la clasificación cruzada de patentes resultante, por industria de origen e industria de utilización, para «ligar» las industrias que han incurrido en los gastos en I + D con las industrias cuyo crecimiento de la productividad puede reflejar los frutos de tales gastos. (Una matriz como ésta había sido ya sugerida por Schmookler 1966, pág. 167). Desafortunadamente, este gran esfuerzo de elaboración de datos es para una vez y no tiene una dimensión de serie temporal. Además, la FTC abandonó la recogida de datos al nivel de Líneas de Negocios en 1979, haciendo menos probable que el trabajo se pueda replicar en el futuro.

Un esfuerzo de elaboración de datos menos ambicioso, pero de alguna manera más extensivo, fue el emprendido por el grupo de NBER (véase Bound et al. 1984, Griliches, Pakes, y Hal 1987; y Hall et al. 1988), que intentó conjugar los datos de la oficina de patentes sobre aquellas patentes concedidas a todas las organizaciones desde 1969 hasta 1982, con datos de cotización en el mercado de valores, renta y balances para todas las corporaciones manufactureras que cotizan en bolsa, con fecha de referencia 1976, y también crear un registro histórico consistente para el período 1959-1981. Los conjuntos de datos resultantes consistían en una sección cruzada de alrededor de 2.600 empresas en 1976 (más de 1.700 recibieron al menos una patente entre 1969 y 1979, alrededor de 1.000 empresas solicitaron al menos una patente, finalmente concedida, en 1976, y alrededor de 1.500 empresas declaraban gastos en I + D en 1976) y un panel de entre 1.000 y 1.800 empresas con datos detallados entre 1963 y 1981, con un subconjunto de unas 700 empresas que presentaban datos de I + D consistentes entre 1972 y 1980. Estos conjuntos de datos fueron la base de una serie de estudios que discutiremos más adelante.

3. ¿PATENTES COMO INDICADORES DE QUE?

Hay dos maneras de hacer esta pregunta: ¿Qué aspectos de la actividad económica están capturando en realidad las estadísticas de patentes? Y, ¿qué nos gustaría que midiesen. En última instancia, únicamente es relevante la primera pregunta, pero es útil dedicar algún tiempo a la segunda, porque ayuda a entender la investigación de este campo.

En términos generales, nos gustaría medir y entender mejor los procesos económicos que conducen a la reducción en el coste de producción de los bienes existentes y el desarrollo de nuevos productos y servicios. Nos gustaría medir tanto los inputs como los outputs de tales procesos, para entender qué es lo que determina la asignación de recursos a tales actividades de «cambio tecnológico», y también qué le está ocurriendo y por qué a la eficiencia con la que se persiguen en diferentes momentos y lugares. Suponiendo que productos nuevos distintos puedan reducirse a un común denominador, a través de la utilización de alguna función meta-hedonista, se podría pensar en los inventos como causas de un desplazamiento hacia fuera de la frontera de posibilidades de producción para algún agregado generalizado de los deseos humanos potenciales. Idealmente, podríamos esperar que las estadísticas de patentes nos proporcionarían una medida del output de tal actividad, una lectura directa de la tasa

a la que la frontera de posibilidades de producción se está desplazando hacia afuera. La realidad, en cambio, está muy lejos de ser así.

El sueño de obtener un indicador del output de la actividad inventora es una de las fuerzas motrices de la investigación económica en esta área. Después de todo, una patente representa una cantidad mínima de invención que ha pasado tanto el escrutinio de la oficina de patentes en cuanto a su novedad, como el test de la inversión de esfuerzo y recursos por parte del inventor y su organización en el desarrollo de este producto o idea, indicando así la presencia de una expectativa no despreciable en cuanto a su utilidad última y valor de mercado. Hay que reconocer, por supuesto, la presencia de toda una serie de problemas: No todos los inventos son patentables, no todos los inventos se patentan, y los inventos que se patentan difieren mucho en cuanto a «calidad», y la magnitud del output de invención a ellos asociado. Los dos primeros problemas se pueden resolver mediante variables dummy por industria, o limitando el análisis a un sector o industria en particular. Para resolver el tercero, tratamos de invocar la ayuda de la «ley de los grandes números»: «La significación... económica de cualquier patente de la muestra puede interpretarse como una variable aleatoria con alguna distribución de probabilidad» (Scherer 1965b, pág. 1098). La cuestión de si nuestras muestras son lo suficientemente grandes, dada la heterogeneidad subyacente de lo que se está midiendo con una patente, es un tema al que volveré más adelante.

Es interesante observar que Schmookler empezó pensando que podría utilizar las estadísticas de patentes como un índice del output de inventos y como una explicación del crecimiento de la eficiencia agregada de la economía estadounidense. Schmookler fue el primero, por lo que yo sé, en publicar cifras agregadas sobre el «crecimiento de la productividad total de los factores» (Schmookler 1952) (aunque él nunca pareció reclamar este mérito), y en relacionarlas con las estadísticas de patentes (Schmookler 1951). Desafortunadamente, la relación no funcionó bien. Parecía existir poca correlación entre el agregado de la productividad total de los factores y las cifras de patentes. Schmookler no dejó de utilizar las estadísticas de patentes, pero finalmente redefinió lo que pensaba que se podía conseguir de ellas. En sus manos las patentes se convirtieron en un índice de la «actividad» inventora, principalmente un índice de input en lugar de un índice de output.

Se movió, esencialmente, en la dirección de lo que las patentes pueden medir en lugar de lo que nos gustaría que midiesen. Su interpretación de la actividad inventora se redujo bastante. Excluía la investigación, que él interpretaba como la búsqueda de nuevo conocimiento, un intento por descubrir nuevas propiedades de clases de objetos o procesos, y también excluía el desarrollo, que es sobre todo el desarrollo y refinamiento de inventos ya realizados (aunque es probable que se generen unas cuantas patentes también durante esta fase). La actividad inventora per se es «trabajo específicamente dirigido hacia la formulación de las propiedades esenciales de un nuevo proceso o producto» (Schmookler 1966, pág. 8). Esta es una definición referida al «input», considerado como computable en términos de horas-hombre equivalentes y corresponde sólo a una pequeña parte, tanto cuantitativamente como en la dimensión temporal, de lo que generalmente cubre la noción de I + D y las estadísticas asociadas sobre I + D.

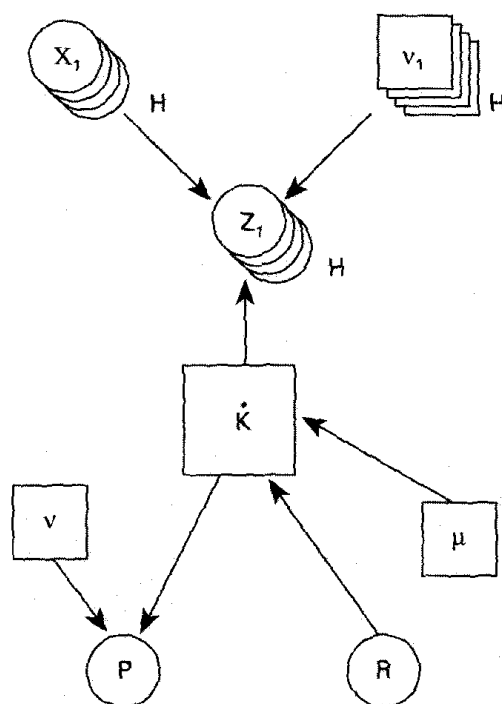
Deberíamos tener en cuenta, sin embargo, el contexto histórico de la mayor parte de los primeros trabajos sobre patentes. No existían estadísticas sobre gastos en I + D de alguna generalidad antes de finales de los años cincuenta y únicamente se disponía de unas cuantas cifras dispersas sobre el número de científicos contratados en diversos laboratorios industriales, o sobre la distribución de la fuerza laboral con formación técnica (véase David Mowery 1983). Así pues, un indicador de input era también valioso. No existía prácticamente ningún sustituto para él. Incluso hoy en día, con datos mucho más abundantes, el detalle disponible en las estadísticas de I + D que se publican es todavía bastante limitado. Por ello, como argumentaré posteriormente, mostrar que las estadísticas de patentes son un buen indicador de los inputs de la actividad inventora es un logro útil por sí mismo. Nos permite entender mejor lo que ocurre en más áreas y también con mucho más detalle del que es posible captar de las estadísticas disponibles sobre I + D.

¿Cómo se sabe si las estadísticas de patentes miden algo interesante? ¿Input o output? Una manera de responder a esto es buscar las correlaciones entre el recuento de patentes y otras variables que se piensa son importantes: medidas de input tales como los gastos de I + D, y medidas de output tales como el crecimiento de la productividad, rentabilidad, o el valor en bolsa de la empresa. Es útil, por tanto, introducir aquí un gráfico (Gráfico n.º 3) de Pakes y Griliches (1984) que esencialmente representa la frase anterior en términos gráficos y permite una discusión más detallada de sus supuestos subyacentes.

En el centro de la figura se encuentra una variable no observable, $\dot{K}$, la acumulación neta de conocimiento económicamente valorable. Esta es la variable que nos gustaría medir. Es la medida del «output de invención» del cual uno espera que las patentes fuesen un buen indicador. El diagrama indica eso y añade un error ω a los determinantes de las patentes, convirtiéndoles en una medida de K imperfecta y falible. La parte causal de este diagrama comienza en la esquina inferior derecha con alguna medida observable de los recursos invertidos en la actividad inventora (R), generalmente gastos en I + D, o el número de científicos dedicados a la investigación, que se dirigen a la producción K . Debido a que la producción de conocimiento es estocástica, se añade el término u para reflejar lo cambiante de su eficiencia y el impacto de otras fuentes de $\dot{K}$ informarles y no medibles. Las variables que queremos explicar en última instancia están representadas por las Z . Estas podrían ser varias medidas de crecimiento, productividad, rentabilidad o el valor en bolsa de una empresa o una industria. Todas ellas se ven afectadas por la variable no observable $\dot{K}$, por otras variables medibles X , y por componentes aleatorios adicionales, las e .

Se han realizado una serie de simplificaciones extremas para dibujar este gráfico y para definir los diversos términos. Por ejemplo, la relación entre $\dot{K}$ y K debería ser definida explícitamente para permitir la posibilidad de una disminución en el valor privado del conocimiento. Asimismo, R se considera como exógena. Si, como es probable, las u están correlacionadas a lo largo del tiempo, entonces deberíamos esperar que afecten a R en períodos subsiguientes. Tampoco las patentes juegan aquí un papel económico explícito. Son simplemente un indicador de $\dot{K}$. El supuesto que se hace es

Gráfico n.º 3. La función de producción del Conocimiento: Un diagrama simplificado del Análisis de Trayectoria



R = gastos en investigación.

K = aplicaciones al conocimiento económicamente valorable.

P = patentes un indicador cuantitativo del n.º de inventos.

Z = indicadores de los beneficios esperados o realizados de la actividad de invención.

X = otras variables observadas que influyen sobre las Z.

μ , v = otras influencias no observadas, que se suponen aleatorias y no correlacionadas entre sí.

que alguna fracción aleatoria de $\dot{K}$ consigue ser patentada. Es un modelo estadístico descriptivo más que una «teoría» sobre patentes. Una «teoría» tendría que ser más explícita sobre las condiciones (económicas, tecnológicas y legales) bajo las que los beneficios de solicitar una patente compensan los costes directos de hacer la solicitud y las consecuencias potenciales de revelar la tecnología. Esto añadiría más estructura a la relación entre P y $\dot{K}$.

Tal teoría comenzaría por la noción subyacente de un proyecto de investigación, cuyo éxito depende estocásticamente tanto de la cantidad de recursos dedicados a él como del tiempo que se han estado desplegando tales recursos. Cada éxito técnico está asociado con una expectativa del valor económico último de una patente para el inventor o la entidad que la emplea. Si esta expectativa excede un cierto mínimo, el coste de patentar, se solicitará la patente. En otras palabras, el número de patentes solicitadas es un recuento del número de proyectos con éxito (inventos) con un valor económico de los derechos de patente que excede un nivel mínimo. Si la distribución del valor esperado de patentar proyectos de éxito permanece estable, y si el nivel de los gastos actuales y pasados en $I + D$ hace cambiar la probabilidad de que los proyectos sean un éxito técnicamente, un aumento en el número de patentes se puede considerar como un indicador del desplazamiento hacia arriba de la distribución de $\dot{K}$. El que esa relación sea proporcional dependerá de la forma de las distribuciones supuestas y de la naturaleza de los desplazamientos subyacentes en ellas. Lo que se dibuja en el gráfico n.º 3 es como mucho una relación muy rudimentaria en forma reducida cuyas bases teóricas no se han establecido todavía. Pero por alguna parte hay que empezar (4).

También existen ambigüedades en la definición de $\dot{K}$ y K . ¿Nos estamos refiriendo a rendimientos del conocimiento sociales o privados? La respuesta depende de las variables Z de las que dispongamos y de la pregunta a la que estemos interesados en responder. Para un análisis de los movimientos de la productividad a nivel de industrias, lo que nos importa es el valor social. Para un análisis del valor en bolsa de distintas empresas, sólo la versión de valor privado tendría algún sentido. También podemos querer distinguir entre el valor de los derechos de patente y el valor económico de una patente concreta. Aunque es esta última noción en la que podemos estar interesados, es más probable que sea la primera la que aparezca en las respuestas a las encuestas sobre patentes o la que puede estar implícita en la decisión de si pagar un precio para renovar una patente concreta. No obstante, el gráfico n.º 3 proporciona un esquema de discusión en el que tratar la mayor parte de la investigación en este área y, en particular, la cuestión de la «calidad» de la contabilidad de patentes como indicador del conocimiento valorable económicamente.

Existen varias formas distintas de expresar esta cuestión: 1) ¿Es P un buen indicador de $\dot{K}$? 2) Si P es una medida de «output» y R es una medida de «input», ¿es mejor tener

(4) Por supuesto, no es necesario empezar por ahí. Es un punto de vista particularmente norteamericano, según el cual pensar en términos de una «función de producción de conocimiento» es sencillo y útil, y que utiliza las patentes como variable proxy del «output» de este proceso. Los economistas con menos orientación «neoclásica» negarían la utilidad de este punto de vista o la dirección uniforme de causalidad que lleva implícita.

una o la otra si tuviéramos que, o pudiéramos, tomar tal decisión? 3) ¿Cuál es el valor añadido de P, por encima del de R, en la explicación de las Z? Debido a que es intrínsecamente no observable, no se puede responder a la primera pregunta sin incluirla en algún modelo, tal como el que está bosquejado en este gráfico. Puede ser útil, en este momento, escribir el modelo más simple posible que pudiera corresponder a este dibujo:

$$\begin{aligned}\dot{K} &= R + u \\ P &= a \dot{K} + v = aR + au + v \\ Z &= b\dot{K} + e = bR + bu + e\end{aligned}$$

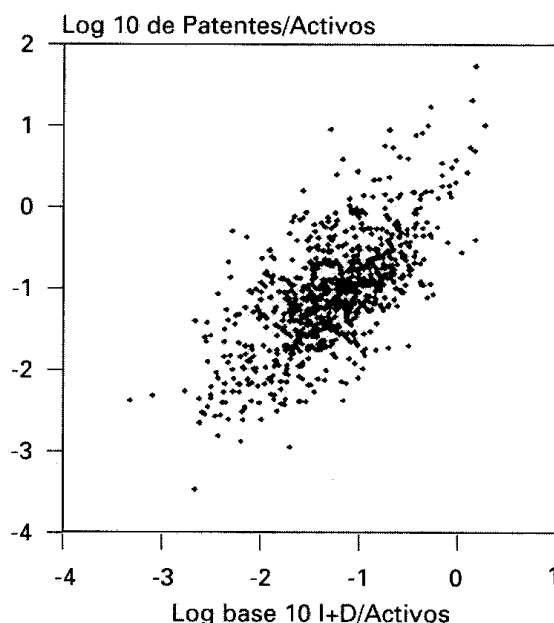
donde la primera ecuación es la «función de producción de conocimiento», estando la variable no observable medida en unidades de R; la segunda ecuación es la función de indicador que relaciona P y $\dot{K}$; y la tercera ecuación representa la influencia de $\dot{K}$ sobre otras variables de interés. El supuesto importante que haremos aquí es que los componentes aleatorios u , v y e son independientes entre sí. No hace falta insistir sobre los inconvenientes que supone la simplicidad de este modelo. Sin embargo, es adecuado para poner de relieve las siguientes cuestiones: 1) La «calidad» de P como indicador de $\dot{K}$ depende del tamaño de v , el error en la relación de indicador. Si consideramos su varianza como una medida de su error y sustituimos $\dot{K}$ por R en la relación, como en el miembro derecho de la segunda ecuación, vemos que bajo los supuestos del modelo la «calidad» de la relación entre P y R proporciona una cota inferior a la «calidad» de P como un indicador de $\dot{K}$. Dicho de otro modo, $\text{var}(au + v) > \text{var}(v)$. Este argumento sugiere que atendamos a la correlación entre P y R, y que si $\dot{K}$ es el output del proceso R, y P es un indicador de su éxito, entonces la correlación entre P y $\dot{K}$ hubiera sido incluso más alta, si se hubiese podido medir. Este es el sentido en el que el coeficiente de correlación entre P y R proporciona una medida sesgada hacia abajo de la calidad de P como indicador (5). 2) Las cualidades comparativas de P y R como variables proxy de $\dot{K}$ dependen del tamaño relativo de la varianza de v y u . Si el error de medida en P es grande en relación a las fluctuaciones estocásticas de $\dot{K}$, entonces R podría ser la mejor variable incluso si no refleja u . 3) Si la componente estocástica de $\dot{K}$ es importante y si P en realidad captura una parte, debería haber algún valor añadido en P por encima del de R. Pero si el error de medida en P es grande y las muestras son pequeñas, puede que no lo veamos en los resultados de las regresiones cuando P está incluida como una variable adicional.

4. PATENTES E I + D

En el intento por «validar» las patentes como indicadores económicos, los investigadores han examinado repetidamente la relación de las patentes con la actividad

(5) Esta conclusión depende de la naturaleza aditiva del error en la función de indicador. Si se fuera a considerar a $\dot{K}$ únicamente como una agregación de los sucesos de invención, cada uno con un valor potencial propio, extraído independientemente de alguna distribución del valor, y P contabilizara sólo alguna fracción de tales sucesos y no estuviera relacionada con sus valores (como en los cálculos realizados en la Sección 6), entonces las desigualdades anteriores ya no se mantendrían. Si, por otro lado, la decisión de patentar en sí misma fuese una función de la cuantía de la ganancia esperada del invento, como se observa en el texto, entonces la situación se encontraría en algún lugar intermedio.

Gráfico n.º 4. Log de Patentes/Activos Versus Log de I + D/Activos



Fuente: Bound et al (1984).

de I + D. Schmookler (1966, cap. 2) y Scherer (1965a) son los principales ejemplos de las investigaciones iniciales. Se pueden encontrar resultados más recientes en Bound et al. (1984), Hall, Griliches, y Hausman (1986), Pakes y Griliches (1984), Scherer (1983), y Acs y Audretsch (1989). De estos trabajos surgen una serie de conclusiones, así como un conjunto de problemas no resueltos.

Una conclusión importante, puesta de relieve por Pakes y Griliches, es que existe una relación bastante fuerte entre la I + D y el número de patentes concedidas, a nivel de sección cruzada entre empresas e industrias. La mediana del R^2 es del orden del 0,9, indicando que en realidad las patentes pueden ser un buen indicador del output de invención no observado, al menos en esta dimensión. Que esta relación no se debe únicamente a diferencias de tamaño se puede comprobar en el gráfico n.º 4 (tomada de Bound et al. 1984), que representa gráficamente tanto las patentes como la I + D por unidad de activo de las empresas.

La misma relación es mucho más débil, aunque estadísticamente significativa, en la dimensión de series temporales dentro de las empresas. La mediana de R^2 aquí es del orden del 0,3 (en contraste con el 0,9 obtenido en la sección cruzada). No obstante, la evidencia es bastante fuerte en el sentido de que cuando una empresa cambia sus gastos en I + D, ocurren también cambios paralelos en sus cifras de patentes. La relación es casi contemporánea con algunos efectos de retardo que son pequeños y no han sido bien estimados (Hall, Griliches, y Hausman 1986). Esto es consistente con la observación

de que las patentes se obtienen relativamente pronto en la vida de un proyecto de investigación. Debido a que el grueso de los gastos en I + D se emplean en desarrollo, la mayoría de la varianza en series temporales de esta variable debe venir del diferente grado de éxito en el desarrollo posterior de proyectos existentes, más que del inicio de otros nuevos (6). Las relativamente bajas correlaciones en la dimensión temporal no deberían, por tanto ser tan sorprendentes, pero implican que las cifras de patentes son un indicador mucho más pobre de cambios a corto plazo en el output de la actividad inventora o la «fecundidad» de la I + D.

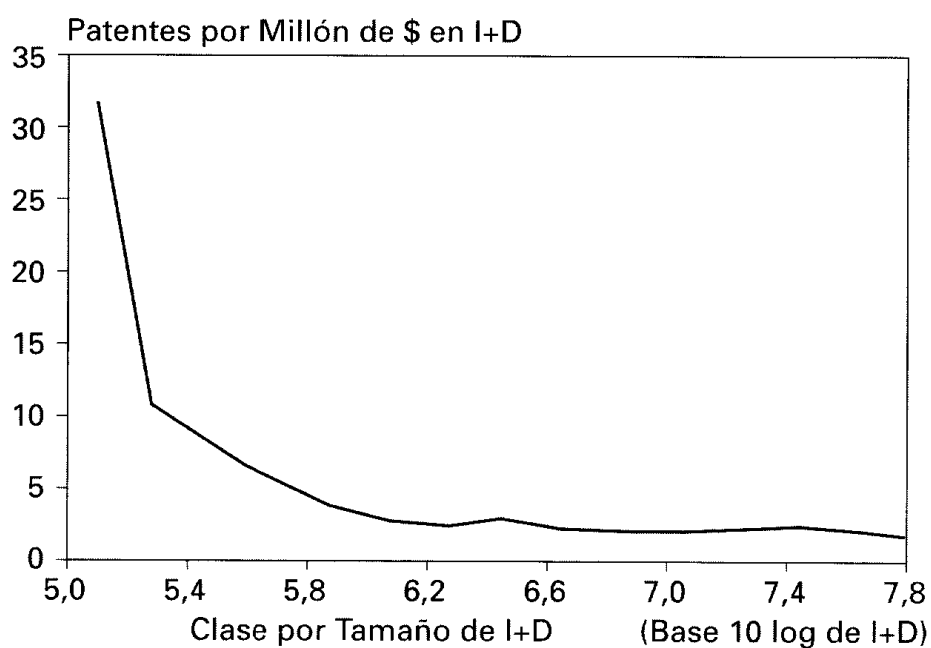
La pregunta ¿existen rendimientos decrecientes en la I + D? se cierne sobre gran parte de este trabajo. En la dimensión de sección cruzada, está relacionada con la pregunta «shcumpeteriana» sobre si las grandes empresas y los grandes laboratorios de I + D son más o menos eficientes como «máquinas de innovación» (en William Baldwin y John Scott 1987, cap. 3, y Cohen y Levin 1989 se pueden encontrar panorámicas más generales sobre este tema). En la dimensión de series temporales nos enfrentamos con un ratio decreciente de patentes concedidas por dólar gastado en I + D, y la preocupación de que las oportunidades tecnológicas y de invención se están agotando. También existe el problema de cómo reconciliar las estimaciones significativamente más altas de la elasticidad de las patentes con respecto a la I + D en la sección cruzada en comparación con la dimensión de series temporales.

A nivel de sección cruzada la historia es relativamente simple. Las pequeñas empresas parecen ser más «eficientes», recibiendo un mayor número de patentes por dólar de I + D. Esto se puede ver muy fácilmente en el gráfico n.º 5 (tomado de Bound et al. 1984), que dibuja el ratio de patentes por I + D como una función del tamaño del programa de I + D. Muestra tanto un ratio mucho más alto para pequeñas empresas como el hecho de que esta relación se vuelve plana más allá de un tamaño mínimo. Para las empresas grandes, donde la política de defensa de la competencia podría ser relevante, no hay una evidencia salida de rendimientos decrecientes en el tamaño del esfuerzo de I + D (Esta es también la conclusión a la que llega Scherer (1983) con una base de datos diferente y mucho mejor). Dada la no linealidad de esta relación, el hallazgo de «rendimientos decrecientes» es bastante sensible a la forma funcional, los esquemas de ponderación y el punto concreto en el que se evalúe la elasticidad.

Todo esto se puede ver en el gráfico n.º 6, tomado también de Bound et al., que representa gráficamente los datos originales y los resultados de ajustar varios modelos diferentes a los mismos datos. Dos de las técnicas de estimación, Poisson y mínimos cuadrados no lineales (NLLS) indican rendimientos decrecientes, mientras que las otras dos técnicas, mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y binominal negativa (NB), implican rendimientos crecientes. En el gráfico queda claro que una atención diferenciada a parte de los datos (empresas grandes o empresas pequeñas y el tratamiento de los ceros —no visibles en el gráfico) podría resultar en esas estimaciones contradictorias.

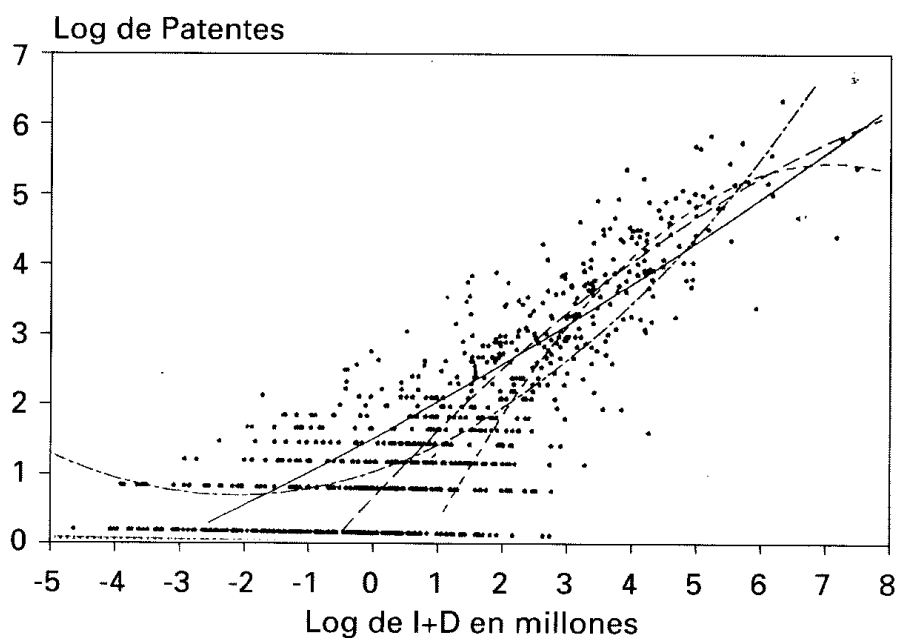
(6) En la medida en la que algunas patentes surgen en la fase de desarrollo, estarían también relacionadas con la I + D con sólo un retardo pequeño.

Gráfico n.º 5. **Patentes por millón de \$ en I+D por clase de tamaño de I+D, para empresas con I+D y patentes**



Fuente: Bound et. al. (1984)

Gráfico n.º 6. **Predicciones de varios modelos de patentes**



Fuente: Bound et. al. (1984)

Básicamente existe un fuerte contraste entre pequeñas y grandes empresas. Para las grandes empresas la relación es casi lineal, mientras que existe un número razonablemente grande de pequeñas empresas que muestran una actividad de patentes significativa y que declaran tener muy poca I + D. Cuando se las divide en dos muestras, pequeñas ($N = 1.015$) y grandes ($N = 483$), con 2 millones de dólares en gastos de I + D como línea divisoria, las elasticidades medias estimadas son 0,44 y 1,04, respectivamente. La última cifra cae hasta 0,8 (0,1) si se separan las observaciones de cero patentes. A pesar de que esta estimación de la elasticidad de las patentes con respecto a la I + D para las grandes empresas todavía es «significativamente» menor que la unidad a los 283 niveles de contraste tradicionales, considerando la posibilidad de que las cifras de I + D mismas estén sujetas a error, no se puede en realidad rechazar la hipótesis de rendimientos constantes en este rango de tamaño, debido a que la regresión «recíproca» de I + D sobre patentes implica rendimientos crecientes o costes decrecientes de conseguir una patente. (La elasticidad estimada de la I + D con respecto a las patentes es de 0,76).

La aparición de rendimientos decrecientes en la sección cruzada es debido, en mi opinión, principalmente a dos efectos: el papel diferenciado y la selección de la I + D formal y las patentes para las empresas grandes y las empresas pequeñas. La mayoría de las bases de datos disponibles no se han obtenido de una muestra aleatoria o cuidadosamente estratificada de la población subyacente relevante. En su lugar, se trata de muestras «de oportunidad», basadas en otros criterios. Por ejemplo, la sección cruzada de 1976 de Bound et al. está basada en todas las empresas manufactureras que figuran en los mercados de valores Americano y de Nueva York y también en el mercado secundario. Pero mientras que casi todas las grandes empresas relevantes cotizan en bolsa, sólo un número relativamente reducido de empresas pequeñas cotizan en estos mercados. Para estar en estos mercados una empresa pequeña tiene que tener más éxito en algún sentido que aquellas que no figuran, tiene que ser más «interesante» para los participantes en el mercado. Así pues, no es sorprendente que las empresas pequeñas tengan más patentes que lo que cabría esperar, dado su tamaño y su programa de I + D. Lo extraño de su selección sugiere lo atípicas que pueden ser estas pequeñas empresas. El cuadro n.º 1 muestra el número de empresas por tamaño (empleo) en esta sección cruzada y las cifras correspondientes en la población correspondiente. Mientras que alrededor de dos tercios de las grandes empresas manufactureras están incluidas, las pequeñas representan menos del 1 por ciento de todas las empresas pequeñas y obviamente constituyen un conjunto muy seleccionado. Desafortunadamente, no disponemos de información sobre las empresas que no figuran en la muestra y, por tanto, no podemos llevar a cabo un ajuste de selección de muestra apropiado.

Otra razón de la diferencia entre pequeñas y grandes empresas estriba en el papel que juega en ellas la I + D formal y la distinta importancia que tienen para ellas las patentes. Hay una cantidad significativa de patentes que no son el resultado de actividades formales de I + D, aunque la importancia relativa de la I + D organizada se eleva con el tamaño de la empresa. Es más probable que sean las pequeñas empresas las que estén realizando más I + D informal, no declarándolo, y por tanto haciendo que

Cuadro n.º 1. **Selección de Empresas en la sección cruzada de 1976, por tamaño de empleo**

Empleo	N.º de Empresas en la Sección Cruzada (a)	N.º de Empresas en el Censo Industrial (b)	Ratio
< 10	24	16.000	,0015
10-99	301	14.300	,021
100-999	952	9.000	,106
1.000+	1.267	1.900	,667
Total	2.541	41.200	,062

(a) Con datos buenos de empleo. Calculado con los datos utilizados en Bound et al. (1984).

(b) En industrias manufactureras comparables De la Oficina del Censo de los EEUU (1981) tabla 3, págs 152-198

aparezcan más patentes por dólar en I + D declarado (7). Asimismo, para tales empresas las patentes puede que representen su mayor esperanza de éxito y esto les conduciría a perseguirlas con mayor vigor. Una empresa grande bien establecida no depende tanto de las patentes actuales para su viabilidad o el mantenimiento de su posición de mercado. Así pues, incluso con tasas reales de invención subyacentes iguales, la propensión a patentar puede ser menor para las grandes empresas, al menos en relación a los nuevos participantes con éxito en su campo. Pero en el rango principal de los datos, desde tamaños medianos de empresa a tamaños grandes, existe poca evidencia de rendimientos decrecientes, al menos en términos de patentes por dólar de I + D (8). Pero esto no es sorprendente después de todo. Si existieran rendimientos decrecientes, las empresas podrían separarse en divisiones o empresas independientes y evitar tales rendimientos decrecientes.

La dimensión de series temporales ha sido examinada extensivamente por Hall et al. (1986) (véase también Pakes y Griliches 1984 y Jerry Hausman, Hall, y Griliches 1984). La elasticidad total estimada de las patentes con respecto a los gastos en I + D se encuentra entre 0,3 y 0,6, incluso después de permitir varios efectos de retardo. Este hallazgo, en contraste a los resultados de sección cruzada, es sólido con respecto a diferentes ponderaciones y métodos

(7) Sirilli (1987) muestra que en Italia, en las empresas pequeñas (con menos de 100 trabajadores) más de un tercio de los inventores (36 por ciento) provienen de las actividades de producción y control de calidad, mientras que en las grandes empresas (con más de 1.000 trabajadores) sólo el 11 por ciento de los inventores provienen de esta categoría. La proporción de patentes que se originan en la I + D forma se eleva desde el 39 por ciento en las empresas pequeñas hasta el 63 por ciento en las empresas grandes, mientras que el resto (25 y 26 por ciento) se encuentran en la categoría, más ambigua, de «diseño». Conclusiones similares se pueden inferir también de A. Kleinknecht (1987), que encuentra una estimación sesgada a la baja de las actividades de I + D en las empresas pequeñas con la metodología convencional de recogida de datos.

(8) Jensen (1987) obtiene resultados similares utilizando nuevos compuestos químicos en lugar de patentes. Evidencia contradictoria, utilizando otras medidas, se puede encontrar en Scherer (1984b, cap. 11) y en Asc y Audretsch (1989).

de estimación alternativos. Es tentador por ello aceptar el resultado de rendimientos decrecientes en la dimensión de series temporales e interpretarlo como un reflejo de rendimientos decrecientes reales, en términos de las patentes concedidas, a la expansión de los programas de investigación existentes. Pero esta conclusión es innecesaria. La relación entre cambios anuales en I + D y en las patentes es muy débil, aunque estadísticamente «significativa», a nivel de empresa. Si se admite la posibilidad de que gran parte de las fluctuaciones anuales en I + D tengan poco que ver con esa parte de la actividad inventora que genera patentes, siendo principalmente el resultado de fluctuaciones e incidencias de la porción de desarrollo de los distintos programas de investigación, entonces la I + D «relevante» está siendo medida con error y los coeficientes estimados están sesgados a la baja. Este no es un caso simple de «error de medida», puesto que la I + D declarada puede estar correctamente declarada dada su definición, pero no exactamente de la manera que nosotros queremos (la I + D dirigida a inventos patentables). Esto es paralelo a la distinción entre transitorio y permanente en la teoría del consumo y es isomórfico al modelo de errores en variables. Invocando este último, podemos ser capaces de obtener el verdadero coeficiente de rendimientos a escala haciendo la regresión en sentido contrario, la I + D sobre las patentes, y calculando el recíproco del coeficiente resultante. La baja correlación entre las dos tasas de cambio resulta también en un coeficiente muy bajo en esta segunda dimensión, del orden de 0,1-0,2, y una implicación de rendimientos *crecientes*. Esto último tampoco debería tomarse seriamente, puesto que es el resultado de la gran aleatoriedad en las series de patentes. La finalidad de esta digresión es, sin embargo, recordar que la aparición de rendimientos decrecientes en tales datos podría ser un artificio de la deficiencia de los datos subyacentes, más que un reflejo de las características del proceso de invención en sí mismo. Por el momento, la evidencia es sugestiva pero no concluyente.

Además de diferir por tamaños de empresas, la relación entre I + D y patentes difiere también entre industrias. En términos absolutos, las industrias con las mayores cifras de patentes son farmacéuticas, plásticos, otros productos de caucho y computadores (en los datos de Scherer basados en líneas de negocios), e instrumental, equipo de comunicaciones y productos químicos industriales (en los datos basados en la concordancia OTAF). En términos de la «propensión a patentar» (patentes por dólar de I + D), las diferencias son menos aparentes y más difíciles de interpretar. Se pueden consultar las tablas (5-9) en Griliches (1989) o el apéndice de Iain Cockburn y Griliches (1988) y observar que las industrias con una propensión a patentar «baja» incluyen casos obvios de industrias con mucha I + D, con un apoyo estatal a la investigación significativo, tales como vehículos de motor y aeronáutica, que patentan mucho menos de lo que se podría predecir utilizando únicamente sus cifras de I + D. Entre las industrias con una «alta» propensión a patentar, además de la presencia esperada de equipos de comunicaciones, hay una serie de industrias (tales como tornillos, tuercas y cerrojos) cuya presencia se debe a que realizan muy poca I + D pero sacan algunas patentes ocasionales. Un intento por explicar la dispersión de tales cifras entre industrias utilizando datos de la Encuesta de Yale (Levin et al. 1987) sobre las diferencias en la efectividad percibida de las patentes como un método de apropiar los beneficios de la innovación, no tuvo demasiado éxito. Los ratios de patentes respecto a I + D parecen

estar dominados por lo que podrían ser fluctuaciones prácticamente irrelevantes de las cifras de I + D, y las mismas respuestas al Cuestionario de Yale parecen contener poca variabilidad relevante entre industrias (véase Griliches 1987; Cockburn y Griliches 1988; y Cockburn 1989). Por ejemplo, mientras que la industria farmacéutica tiene la clasificación más alta en la escala de «las patentes proporcionan protección», su ratio de patentes por I + D es mucho más bajo que el de empresas en la industria del papel, donde la efectividad de las patentes está considerada por debajo de la medida (véase Cockburn y Griliches 1988, Apéndice C). Puesto que la efectividad de las patentes como un mecanismo de apropiabilidad afectará también el incentivo para realizar I + D, el impacto resultante en el ratio de los dos no es nada obvio. En farmacia esta efectividad claramente incentiva la investigación, con el resultado de que incluso con actividad extensiva de patentes, el ratio observado no se encuentra muy por encima de la media. Así pues, probablemente es erróneo interpretar tales cifras como indicadores directos bien de la efectividad de las patentes o de la eficiencia de los procesos de I + D.

5. DERECHOS DE PATENTES Y VALORES DE LAS PATENTES

Debido a que la significación económica de las patentes individuales es tan variable, ha habido un interés continuado por intentar estimar el valor medio de los derechos de patente, el valor medio del invento representado por una patente concreta, y la dispersión en estos dos conceptos. Considerando las patentes como indicadores del éxito de la actividad inventora subyacente o programa de I + D, estamos interesados principalmente en el segundo de los conceptos. Los datos disponibles, sin embargo, sólo contienen mucha información sobre el primero: el valor asociado con la diferente situación legal creada por la posesión de una patente.

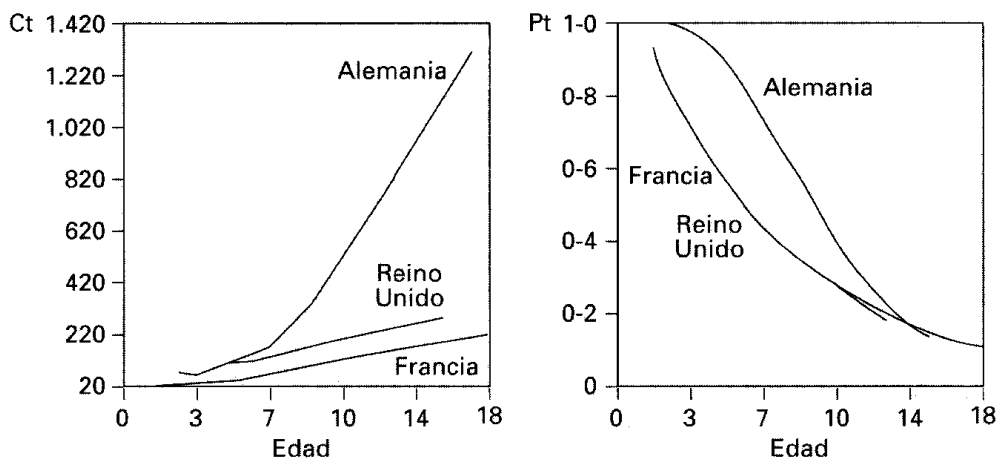
Existen básicamente tres fuentes de datos sobre este tema: 1. Resultados de encuestas directas a propietarios de patentes o entidades asignadas, sobre rendimientos pasados y el valor de mercado potencial de sus derechos. 2. La valoración implícita en la decisión sobre si pagar el precio de renovación de la patente, una decisión que han tenido que tomar los poseedores de patentes europeos en el pasado y a la que ahora se tienen que enfrentar también los estadounidenses. 3. Los análisis econométricos de la relación entre alguna otra variable denominada valor, tal como los beneficios o el valor en bolsa, y el número de patentes. Un ejemplo es la utilización de cifras de patentes como una variable proxy del capital «intangible» en las regresiones del valor en bolsa de la empresa.

La encuesta más detallada y extensiva a poseedores de patentes fue llevada a cabo hace más de 30 años por Barkev Sanders y asociados en la Fundación de Patentes y Marcas (véase J. Rossman y B.S. Sanders 1957; Sanders, Rossman, y L.J. Harris 1958; y Sanders 1962, 1964, y la discusión sobre ello en el libro de Schmookler, 1966, págs. 47-55). Realizaron una encuesta por correo en 1957 a los propietarios y entidades asignadas de una muestra aleatoria del 2 por ciento de todas las patentes emitidas en 1938, 1948 y 1952. Encontraron dos resultados importantes en esta encuesta: 1. Una fracción sorprendentemente grande de todas las patentes de la muestra se declaraba que habían sido utilizadas «comercialmente», bien actualmente o en el pasado. La

fracción real «utilizada» es sensible al tratamiento de los que no responden: Esta por encima del 55 por ciento para aquellos que responden y alrededor del 41 por ciento si se supone que la no respuesta equivale a la no utilización. El porcentaje de «utilización» es más alto para empresas «pequeñas» pero también lo es la tasa de no respuesta (71 por ciento de utilización entre los que responden, 40 por ciento si se ajusta por los que no responden). Así pues, no es verdad que la mayoría de las patentes nunca se utilicen y, por tanto, no estén asociadas con ningún suceso económico significativo. Este resultado también es consistente con la información sobre renovaciones que discutiremos más tarde. En Europa, alrededor del 50 por ciento de todas las patentes concedidas todavía están siendo renovadas y se está pagando un precio por la renovación diez años después de que hubieran sido solicitadas. 2. La ganancia económica declarada de las innovaciones asociadas con estas patentes era altamente dispersa. Entre las patentes que se declaró estaban siendo utilizadas actualmente y con respuestas numéricas relevantes y una ganancia positiva (las cuales suponían aproximadamente el 20 por ciento de todas las respuestas relevantes), el valor medio era de 577.000 dólares por patente, pero la mediana del valor era sólo de alrededor de 25.000 dólares (implicando, bajo el supuesto de distribución lo normal, 2,5 como coeficiente de variación y una desviación standard de alrededor de 1,5 millones de dólares). Si se incluyen todas las patentes sin ganancias, con pérdidas, y las todavía no utilizadas, la ganancia media cae hasta aproximadamente 112.000 dólares, y la mediana es casi cero o más baja (calculado de las tablas en Sanders, Rossman y Harris 1958, págs. 255 y 357). Incluso esta cifra media más baja es bastante impresionante, equivaliendo aproximadamente a 473.000 dólares por patente media a precios de 1988 (utilizando el deflactor del PNB para convertirlos de precios de 1957 a precios de 1988), pero también lo es la dispersión asociada. Scherer (1965) encontró que ajustando gráficamente una distribución Pareto-Levy a estos datos producía una estimación de exponente (α) de alrededor de 0,5, implicando una distribución con media y varianza no finitas. Si éste fuera en realidad el caso, entonces incluso en muestras grandes el valor medio de las patentes no convergería rápidamente, si es que lo hace, a la media de la población subyacente.

Ha habido solamente unos pocos intentos dirigidos a una encuesta como la descrita, y todos ellos llegan a conclusiones bastante similares. Schmookler (1966, págs. 54-55) utiliza una pequeña muestra por correo, con un valor medio de 80.000 dólares y una mediana de alrededor de cero. En 1982 el Programa de Química de la NSF decidió evaluar el valor económico de las patentes atribuibles a sus becas (Cutler 1984). De las 96 patentes encuestadas, 52 habían sido cedidas con licencia o se consideraba que podía hacerse con un «valor económico» medio de alrededor de 500.000 dólares por patente. (El concepto de «valor económico» no está claro en este estudio. Parece referirse a las ventas potenciales totales del producto más que a los rendimientos netos de los propietarios de la patente). Un estudio relacionado, realizado para la NSF por SRI International (1985), examinaba una muestra de patentes recibidas por los becarios del Programa de Ingeniería y estimaba el potencial en términos de derechos de cada patente, que resultó ser de aproximadamente 73.000 dólares como media, de nuevo con una dispersión muy grande. Una encuesta más representativa y a gran escala de poseedores de patentes es factible y deseable, pero no se ha hecho nada al respecto desde 1957 y no parece que esté en marcha ni en los Estados Unidos ni en el extranjero.

Gráfico n.º 7. **Trayectorias de edad de los costes de renovación deflactados y proporciones de patentes renovadas**



Notas: Edad = años desde la concesión de la patente.
 C_t = costes de renovación deflactados.
 P_t = proporción de patentes renovadas.
 Fuente: Schankerman y Pakes (1986). págs. 2 y 3.

En muchos países y recientemente también en los Estados Unidos, los poseedores de patentes deben pagar un precio de renovación anual para mantener sus patentes vigentes. Si no se paga el precio de renovación un año la patente se cancela permanentemente. Si suponemos que las decisiones de renovación están basadas en criterios económicos, los agentes renovarán sus patentes sólo si el valor de poseerlas un año más excede al coste de tal renovación. Las observaciones sobre la proporción de patentes que se renuevan en distintas edades, junto con el sistema de precios de renovación relevantes, contendrá por tanto información sobre la distribución de valor de la tenencia de patentes, y sobre la evolución de esta función de distribución sobre la vida de las patentes. Puesto que los derechos de patente rara vez se llevan al mercado, ésta es una de las pocas fuentes de información sobre su valor. En una serie de artículos Pakes y Schankerman (1984), Pakes (1986), y Schankerman y Pakes (1986) presentan y estiman modelos que les permiten recuperar la distribución de los rendimientos de la tenencia de patentes en cada una de sus edades. Puesto que la decisión de renovación está basada en el valor de la protección de la patente al que la posee, el procedimiento utilizado en estos artículos estima directamente el valor privado de los beneficios derivados de las leyes de patentes.

En el gráfico n.º 7 se representan datos europeos sobre precios de renovación y proporciones de supervivencia de patentes; los datos están tomados de Schankerman y Pakes (1986). Indican varios hechos interesantes que deberían ser tenidos en cuenta. Alrededor de la mitad de las patentes se renuevan hasta la edad de diez años, indicando

una expectativa significativa de «utilidad» para la mayoría de las patentes durante un período de tiempo no despreciable. Por otro lado, los mismos datos indican que alrededor de la mitad de las patentes no se renuevan en un período de diez años, indicando que el valor esperado de la corriente de rentas futuras de estos derechos ha caído por debajo del bajo coste de renovación. Esto implica que la mayor parte de las patentes o bien son de bajo valor, o su valor se deprecia (se vuelven obsoletas) rápidamente o ambas cosas a la vez. Alrededor del 10 por ciento de las patentes sobreviven y pagan los precios de renovación durante todo el período establecido y obviamente este porcentaje incluye un número más pequeño de patentes muy valiosas. Pakes y Schankerman utilizan estos hechos en varios artículos para construir modelos del proceso de renovación y estimar una distribución de los valores de los derechos de patentes subyacentes y también su tasa de depreciación. Dada la existencia de una clase de patentes sin final en estos datos (aquellas que han pagado los precios de renovación durante todo el período) y los sistemas de precios de renovación bastante bajos y relativamente estables, surgen serios problemas de identificación en tales modelos. Las estimaciones del valor medio de los derechos de patente descansan, por tanto, en supuestos específicos sobre la forma funcional de su distribución (qué aspecto tiene la cola que no se observa) y en supuestos sobre la forma del proceso de depreciación. Algunos de esos supuestos pueden ser contrastables y algunas de las conclusiones más interesantes de su trabajo no dependen de ellos, pero en última instancia tenemos que introducir algunas nociones preliminares en los datos para que produzcan respuestas numéricas específicas. Los temas de identificación y estimación se discuten con mucho detalle en Pakes y Simpson (1989), junto con la presentación de nuevos resultados interesantes sobre otros países y sobre industrias, y por tanto, no insistiremos aquí sobre ello (véase también J.O. Lanjouw 1989; Schankerman 1990; y Lanjouw y Schankerman 1989).

En los Estados Unidos, las patentes que se han solicitado después de 1980 tienen que pagar precios de renovación tres años y medio, siete años y medio y once años y medio después de la fecha de concesión. Estos precios son actualmente de 450 dólares, 890 dólares y 1.340 dólares, respectivamente, para empresas y algo menos para individuos y «entidades pequeñas». A finales de 1988, el 16 por ciento de las patentes de 1981-1984 que llegaban al pago del primer precio de mantenimiento «expiraron», con una tasa de expiración más alta para las norteamericanas (17 por ciento) que para las patentes en manos de residentes extranjeros (15 por ciento) implicando, posiblemente, una «calidad» o valor medio más alto para los últimos (9). Un estudio anterior de una muestra más pequeña de los mismos datos encontró que las patentes con dueños individuales estaban expirando a una tasa mucho más alta que las patentes asignadas (39 frente al 13 por ciento para las patentes con origen en los Estados Unidos), y que las patentes «mecánicas» tenían la tasa más alta y las patentes «químicas» la tasa más baja de expiración (S.E. Manchuso, M.P. Masuck y E.C. Woodrow 1987). La creciente disponibilidad de tales datos de renovación en el futuro nos proporcionará otra ventana muy interesante a través de la cual observar el proceso de invención y su recompensa en los Estados Unidos.

(9) Basado en cálculos no publicados de la Oficina de Documentación e Información perteneciente a la Oficina de Patentes de los Estados Unidos.

Volviendo a los resultados específicos del trabajo sobre renovaciones de patentes europeas, utilizando un modelo de aprendizaje para los primeros años de la vida de una patente, Pakes (1986) encuentra que las patentes se solicitan en una etapa muy temprana del proceso de invención, una fase en la que todavía existe una incertidumbre sustancial en relación a los rendimientos que se obtendrán de la tenencia de las patentes y a los rendimientos que corresponderán a las ideas patentadas. Gradualmente se desvela más información sobre el valor real de sus patentes. La mayoría resulta ser de poco valor, pero el raro «ganador» justifica las inversiones que se hicieron para desarrollarlas. Sus estimaciones implican también que la mayor parte de la incertidumbre con respecto al valor de una patente se resuelve durante los primeros tres o cuatro años de su vida. Utilizando este resultado, Schankerman y Pakes (1986) examinan cambios en la distribución de los valores de las patentes a lo largo del tiempo y las consecuencias de estos cambios. Los resultados sustantivos de estos artículos implican que el valor medio de un derecho de patente es bastante pequeño, alrededor de 7.000 dólares en la población de solicitudes de patentes en Francia y el Reino Unido. En Alemania, donde sólo alrededor del 35 por ciento de todas las solicitudes de patentes se conceden (aproximadamente el 93 por ciento y el 83 por ciento se concedía en Francia y en el Reino respectivamente), el valor medio de un derecho de patente entre las concedidas era de alrededor de 17.000 dólares. La distribución de estos valores, sin embargo, es muy dispersa y asimétrica. Un uno por ciento de las solicitudes de patentes en Francia y el Reino Unido tenían valores por encima de 70.000 dólares, mientras que en Alemania el 1 por ciento de las patentes concedidas tenían valores por encima de los 120.000 dólares. Además, la mitad de valor estimado de todos los derechos de patentes corresponde a entre el 5 y el 10 por ciento de todas las patentes. Los rendimientos anuales de la protección de patentes disminuyen bastante rápidamente a lo largo del tiempo, con tasas de obsolescencia del orden del 10 al 20 por ciento. Puesto que alrededor de 35.000 patentes se solicitaron anualmente en Francia y el Reino Unido y aproximadamente 60.000 en Alemania, estas cifras indican que a pesar de que el valor agregado de los derechos de patente es bastante alto, sólo es del orden del 10 al 15 por ciento de los gastos nacionales totales en I + D. Otros medios de apropiación de los beneficios de la I + D deben ser, por tanto, bastante importantes.

Schankerman y Pakes utilizaron sus resultados para ajustar la serie temporal de patentes agregadas por cambios en su «calidad» media (valor). En su artículo de 1986 encuentran que aun cuando el número de patentes por científico cayó de manera bastante abrupta entre 1965 y 1975 en los tres países que analizan, el valor total de los derechos de patente, «ajustado por la calidad», por científico e ingeniero era efectivamente estable tanto en Alemania como en el Reino Unido, y disminuyó sólo ligeramente en Francia (Schankerman y Pakes 1986, tabla 6) (10).

(10) En Pakes y Simpson (1989) y Schankerman (1989 y 1990) se puede encontrar una extensión de estos resultados y en M. Trajtenberg (1990) otro enfoque del mismo problema.

6. PATENTES Y VALOR EN BOLSA

Otra línea de trabajo ha utilizado datos de la valoración en bolsa de las empresas para investigar el «valor» de las patentes y el contenido informativo de la variabilidad en sus cifras. La utilización de los valores en bolsa como un indicador de «output» del proceso de investigación tiene una importante ventaja. Todos los demás indicadores de éxito, tales como los beneficios o la productividad, es probable que lo reflejen sólo lenta y erráticamente. Por otra parte, cuando ocurre algo que hace que el mercado reevalúe el output acumulado de las actividades de investigación de una empresa, su efecto pleno sobre el valor presente esperado de los flujos de caja netos futuros de la empresa debería registrarse inmediatamente. Por supuesto, no es preciso que este valor sea igual a lo que se materializará en el futuro. El problema de este tipo de medida es la gran volatilidad en las medidas del mercado de valores. Es posible que la aguja esté ahí, pero el pajar es muy grande.

El modelo más simple de valor de mercado comienza por la identidad de valoración de mercado, que expresa el valor de mercado de la empresa como proporcional a su capital físico («tangible») e intangible, siendo este último el producto, en parte, de sus inversiones pasadas en I + D, y posiblemente esté reflejado también en su posición de patentes acumuladas (Griliches 1981; Uri Ben-Zion 1984; Hirschey 1982; Cockburn y Griliches 1988, entre otros). Se puede escribir de la siguiente manera:

$$V = q(A + gK) = qA(1 + gK/A)$$

donde V es el valor de mercado de la empresa, A es el coste de reposición de sus activos tangibles, K es el nivel de capital intangible («conocimiento»), g es su precio relativo, y q es la prima actual o descuento del valor de mercado sobre el coste de reposición de los activos tangibles (11). Escribiendo q como $\exp(a + u)$, donde a representa las diferencias en empresas individuales en cuanto a valoración media debidas a la exclusión de otras variables de posición de mercado o componentes de capital no medibles; tomando logaritmos, y aproximando $\log(1 + x) = x$, podemos reescribir la ecuación de estimación como:

$$\ln Q = \ln(V/A) = a + gK/A + u$$

donde la variable dependiente es el logaritmo de lo que se ha venido en llamar la Q de Tobin. Utilizando distintas medidas de patentes actuales y pasadas y gastos en I + D actuales y pasados como variables proxy para K, varios investigadores han estimado este tipo de ecuación. El cuadro n.º 2 reproduce una serie de resultados del estudio de Cockburn y Griliches. Muestra que si sólo consideramos las patentes, el valor estimado de una patente reciente es de alrededor de 500.000 dólares. Esta estimación se reduce a la mitad cuando ponemos en la ecuación gastos en I + D pasados y actuales. En gran medida, la I + D es la variable «más fuerte». La evidencia de información adicional en las variables de patentes varía de muestra a muestra (las patentes eran más fuertes en el estudio de Griliches de 1981, que estaba basado en una muestra mucho más pequeña

(11) Esta ecuación sería válida de manera exacta en un mundo en el que todos los activos fuesen plenamente intercambiados en el mismo mercado. De manera más general, tal ecuación es válida en un contexto multicapital sólo bajo condiciones muy restrictivas, tales como la homogeneidad lineal de la función de beneficios. Para una discusión adicional, véase Wildasin (1984) y Hayashi e Inoue (1990).

Cuadro n.º 2. **Valoración relativa en el Mercado de Valores de las Patentes e I + D**

(Variable dependiente: Log (Q))			
SP/A	0.493 (0,165)	0.111 (0,094)	0.246 (0,082)
K/A		1,374 (0,182)	0,741 (0,152)
NR/A			11,99 (1.556)
R ²	0,027	0,125	0,258

V = valor de mercado de la empresa.

A = activos netos totales a coste de reposición,

Q = V/A.

K = «stock» de I + D utilizando un 15% de la tasa de depreciación

NR = «lo nuevo en I + D»; la I + D actual menos la depreciación del stock de I + D.

SP = «stock» de patentes utilizando un 30 por ciento de tasa de depreciación.

N = 722. Media de la variable dependiente = -0.272; desviación típica = 0.697.

Errores standard consistentes con heterostedasticidad entre paréntesis.

Todas las ecuaciones contienen, asimismo, un término para el intercepto y el logaritmo de los activos, cuyo coeficiente era pequeño pero consistentemente significativo, del orden de -0,03 (0,01).

de empresas, pero también utilizaba los aspectos de panel de los datos) y depende de cuáles otras variables se incluyan en la ecuación (véase el cambio en el coeficiente de la columna 2 a la columna 3 en esta tabla) (12),

Pakes (1985) adopta un punto de vista más dinámico en el análisis de la relación entre patentes, I + D, y la tasa de rendimiento en el mercado de valores. Hay sucesos que afectan al valor del mercado del programa de I + D de una empresa y lo que nosotros estimamos son las relaciones en forma reducida entre el aumento en términos porcentuales en este valor y cambios subsiguientes en los gastos en I + D de la empresa, sus solicitudes de patentes, y la tasa de rendimiento en el mercado de sus acciones. Sus resultados empíricos indican que alrededor del 5 por ciento de la varianza en la tasa de rendimiento en el mercado de valores está causada por sucesos que afectan tanto a la I + D como a las solicitudes de patentes. Esto lleva a que exista una correlación significativa entre movimientos en la tasa de rendimiento en el mercado de valores y cambios impredecibles en patentes y gastos en I + D, cambios que no podrían predecirse de los valores pasados de las patentes e I + D. Como media, un aumento «inesperado» en una patente está asociado con un aumento en el valor de mercado de una empresa de 810.000 dólares, mientras que un aumento inesperado de 100 dólares en los gastos en I + D está asociado, como media, con un aumento de 1.870 dólares en el valor de la empresa. Se estima que las patentes contienen un componente de

(12) En Hall (1988), cap. 2, se pueden encontrar resultados similares.

ruido significativo (un componente cuya varianza no está relacionada ni con la serie de $I + D$ ni con la serie de la tasa de rendimiento en el mercado de valores). Esta componente de ruido explica sólo una pequeña fracción de las grandes diferencias en el número de solicitudes de patentes de distintas empresas (alrededor del 25 por ciento), pero juega un papel mucho más importante en cuanto a las fluctuaciones menores que ocurren en las solicitudes de patentes de una empresa dada a lo largo del tiempo (alrededor del 95 por ciento). De manera similar, el efecto de aumentos inesperados de las patentes sobre el valor de mercado es muy variable. No obstante, hay todavía algo de información en la dimensión de series temporales. Si observáramos, por ejemplo, un gran aumento repentino en las solicitudes de patentes de una empresa dada, podríamos estar bastante seguros de que ha ocurrido algo que ha causado un gran cambio en el valor de mercado de su programa de $I + D$; pero cambios menores en las solicitudes de patentes de una empresa dada no es probable que sean muy informativos.

El tiempo que requiere la respuesta de las patentes y la $I + D$ a sucesos que cambian el valor del esfuerzo de $I + D$ de una empresa es bastante similar. De las estimaciones se obtiene la impresión de que tales sucesos causan una reacción en cadena, induciendo un aumento en los gastos en $I + D$ lejanos en el futuro, y que las empresas patentan en los eslabones de esta cadena tan pronto como se completan, resultando en una relación bastante estrecha entre los gastos en $I + D$ y el número de patentes solicitadas. Quizá sorprenda, pero Pakes no encuentra evidencia de que cambios independientes en el número de patentes solicitadas (independientes de los gastos actuales y anteriores en $I + D$) produzcan efectos significativos en la valoración de mercado de la empresa. De aquí que no sea posible distinguir entre shocks de demanda, donde los shocks de demanda se definen de manera un poco informal como sucesos que causan aumentos en las patentes sólo a través de los gastos en $I + D$ que inducen, y shocks de oferta o tecnológicos que pueden tener un efecto directo sobre las patentes, así como un efecto indirecto vía demanda de $I + D$ inducida.

No es obvio que se puedan separar factores de «oferta» en esta área, incluso conceptualmente. Una manera de definir factores de demanda es identificarlos con macro desplazamientos de la demanda agregada, población, tipos de cambio, y precios relativos de los factores, que convierten a la actividad inventora en más (o menos) rentable a un nivel dado de información científica, con una «frontera de posibilidades de innovación» fijada. Cambios en las «oportunidades» tecnológicas, por otra parte, son aquellos descubrimientos científicos y tecnológicos que hacen que la innovación adicional sea más rentable o menos costosa, a un nivel fijado de demanda agregada o de la industria. Estas distinciones no son muy precisas, especialmente por nuestra incapacidad para medir las contribuciones de la ciencia y de la tecnología directamente. Además, lo que en una industria es una oportunidad tecnológica puede extenderse como un efecto de demanda derivada a otra industria. No obstante, hay algo que diferencia a estos factores, en sus fuentes de cambio y dinámica (13).

(13) Por supuesto, esto está relacionado con la distinción de Schmookler entre patentes clasificadas por industria de origen frente a la clasificación por industria de utilización. «Quién lleva a cabo el invento» depende más de consideraciones de oferta. «Para quién se inventa» es más probable que se vea afectado por factores de demanda.

Los datos de patentes podrían ser aquí de ayuda si se está dispuesto a suponer que desplazamientos «no anticipados», independientes, en el nivel de patentes por parte de las empresas, representan desplazamientos en las oportunidades tecnológicas, y no respuestas a cambios en las condiciones económicas (fuerzas de demanda). En otras palabras, el supuesto de identificación es que la demanda influye sobre el nivel de patentes únicamente a través del nivel de gastos en I + D (y tendencias que cambian muy suavemente), y que el componente de «noticia» en las estadísticas de patentes refleja «noticias» tecnológicas, la información de que una línea particular de investigación ha resultado ser más (o menos) fértil o más sencilla (más complicada) de lo que se esperaba cuando se tomó la decisión de invertir en ella originalmente. Cambios en la oportunidad tecnológica se identifican por tanto con aumentos (o disminuciones) «anormales», «inesperados», en el número de patentes solicitadas.

Varias implicaciones de esta formulación aparecen de manera inmediata. Si las estadísticas de patentes contienen información adicional sobre desplazamientos en las oportunidades tecnológicas, entonces deberían estar correlacionadas con los cambios actuales en el valor de mercado, por encima de su relación actual con la I + D, y deberían afectar a los niveles de I + D en el futuro, incluso con la presencia de la variable de cambio en el valor de mercado porque esta última variable se mide con mucho error. Las patentes deberían «causar» I + D en el sentido de Granger (1969).

La evidencia disponible sobre este punto no es muy favorable: Como antes observábamos, Griliches (1981) encontró un efecto significativo e independiente de las patentes sobre los valores de mercado de las empresas, por encima de sus gastos en I + D, pero Pakes no detectó una influencia significativa de las patentes retardadas sobre la I + D en presencia de las variables de I + D retardada y la tasa de rendimiento en el mercado de valores. Tampoco Hall, Griliches y Hausman (1986) encontraron que la futura I + D afectara a las patentes actuales como el argumento de «causalidad» podría haber implicado. Griliches, Hall y Pakes (1990) replican algunos de los cálculos de Pakes en una muestra más amplia (340 empresas) y expanden su sistema de ecuaciones añadiendo ecuaciones para ventas, empleo e inversión. Sus resultados indican que la adición de estas últimas variables es útil, en el sentido de que las fluctuaciones en la tasa de crecimiento de la I + D y la tasa de rendimiento en el mercado de valores y, por tanto debería ayudar a identificar las relaciones en las que estamos interesados. Pero la expansión de la muestra para incluir muchas pequeñas empresas con bajos niveles de patentes deteriora de manera significativa el contenido informativo de esta variable, elevando su ratio de ruido/señal, y haciendo más difícil discernir una retroalimentación de la variabilidad independiente en las patentes a cualquiera de las otras variables. Así pues, por el momento, no parece que los datos puedan sostener un modelo con dos factores separados (innovaciones de «mercado» y «tecnológicas»), aun cuando en principio tal modelo es identificable.

Las dificultades para poner en práctica tales modelos surgen en gran medida debido a la gran componente de «ruido» que existe en las patentes como indicadores del output de I + D en la dimensión de corto plazo y dentro de una empresa. El problema puede que haya sido obvio desde el principio, pero fue el trabajo de Pakes y Schankerman

(1984) y sus estimaciones de la dispersión y la asimetría en el valor de las patentes lo que nos alertó de su magnitud real.

Para derivar implicaciones cuantitativas de una distribución asimétrica de valores para la calidad de este indicador, podemos combinar lo que sabemos sobre recuento de patentes en las dimensiones de series temporales y de sección cruzada con las estimaciones de la distribución de sus valores.

Podemos escribir la innovación en el valor de la empresa (neto de su dividendo esperado y política de inversión) como la suma de tres componentes:

$$q_t V_t = w_t + n_t + u_t$$

donde q_t es la tasa de rendimiento de mantener acciones, V_t es el valor de mercado total de los activos de la empresa, y los tres componentes w_t , n_t y u_t se definen como ortogonales entre sí; w_t corresponde al cambio en el valor de la «posición» (programa) de I + D de una empresa, que surge de las «noticias» asociadas con las solicitudes actuales de patentes; n_t refleja reevaluaciones de logros previos asociados con patentes pasadas (más allá de su correlación con las patentes actuales); mientras que u_t refleja todas las demás fuentes de fluctuación en el valor de la empresa, posiblemente incluyendo también la contribución de la I + D no patentada. Considerando en primer lugar w_t y el papel de las cifras de patentes como su indicador, podemos preguntarnos sobre la posible magnitud de la varianza de w_t (en relación a la varianza de $q_t V_t$). En otras palabras, ¿cuán grande podría ser la contribución de las patentes actuales a la explicación de las fluctuaciones en el valor de mercado, incluso si dispusiéramos de una medida perfecta de estos valores?

Para descomponer la varianza del primer componente, lo escribimos como

$$w = \sum_{i=1}^p y_i$$

y suponemos que (a) p , el número de patentes solicitadas cada año se distribuye como una variable aleatoria Poisson con media, λ , que es un retardo distribuido de los gastos pasados en I + D (véase Hausman, Hall y Griliches 1984); y (b) y_i es el valor subyacente de cada patente y se distribuye como una variable aleatoria log-normal con una media y una varianza que se derivarán de la literatura existente.

Los dos primeros momentos de w (bajo independencia) son

$$E(w) = E(py) = \lambda E(y)$$

donde $\lambda = E(p)$

$$V(w) = V\left(\sum_{i=1}^p y_i\right) = \lambda V(y) + \lambda (E(y))^2$$

La componente de la varianza de w que podría ser explicada por las cifras de patentes corresponde al último término

$$\text{var}[py] = \lambda y^{-2}$$

y su tamaño relativo viene dado por

$$\begin{aligned}\text{var}(py)/\text{var}(w) &= 1/[1 + V(y)/E(y)^2] \\ &= 1/(1 + \tau^2)\end{aligned}$$

donde τ es el coeficiente de variación en la distribución de los valores de las patentes.

Volviendo a la literatura para encontrar algunas estimaciones del orden de magnitud de los distintos parámetros, disponemos de estimaciones del valor medio de las noticias asociadas con patentes en los Estados Unidos entre 200.000 dólares (Griliches 1981) y 800.000 dólares (Pakes 1985) por patente. Hay también alguna información sobre este punto de Griliches, Hall y Pakes (1990): una estimación de 98.000 dólares por patente inesperada como la media geométrica de sus datos (con un error standard muy alto). Para la industria farmacéutica, donde las patentes son más importantes, existe una estimación mayor y algo más precisa: un aumento medio de 821.000 dólares en el valor de la empresa por patente inesperada. De hecho, esto es muy similar a la estimación de Pakes que estaba basada en una muestra más pequeña de grandes empresas y es, por tanto, más comparable a su subconjunto de empresas farmacéuticas.

Considerando el rango superior de estas cifras, 800.000 dólares por patente «inesperada» y utilizando $\lambda=13$, la media (geométrica) del número de patentes concedidas en la muestra de Griliches, Hall y Pakes (por año y por empresa), la contribución esperada de la varianza en el número de patentes a la varianza media en el valor de mercado es de $13(0,8)^2 (\text{mil}\$)^2 = 8,3$ millones de dólares al cuadrado. Para conseguir una estimación de $\text{var}(y)$, tomo prestado el coeficiente de variación estimado de la distribución de valores de patentes de Pakes (1986) y Schankerman y Pakes (1986) (14). Estos dos trabajos obtuvieron coeficientes de variación del orden de 2 a 3,6. Puesto que estamos buscando cotas superiores para las estimaciones, tomando 3,6 y aplicándolo a la estimación del rango «superior» de $E_y = 0,8$ millones de dólares, produce una estimación de la varianza total de w de

$$13[(3,6 \times 0,8)^2 + (0,8)^2] = 116 \text{ millones de dólares al cuadrado}$$

Esto se tiene que comparar con la varianza media de $q_t V_t$. La varianza media de q en la muestra de Griliches, Hall y Pakes es de 0,133 que, evaluado en el valor medio geométrico de sus empresas (276 millones de dólares), produce una varianza de los cambios en el valor de mercado del orden de 10.000 millones de dólares al cuadrado. Comparando las dos varianzas obtenemos una estimación de la importancia relativa de las fluctuaciones en el valor de mercado de las nuevas innovaciones patentadas de alrededor del 1 por ciento de las fluctuaciones totales en el valor de mercado (15). En otras palabras, incluso si dispusiéramos de buenas estimaciones de los valores de las

(14) Schankerman y Pakes estiman el valor de los derechos de patentes. Aquí suponemos que el valor de la innovación subyacente es proporcional a su valor de derechos de patente y está altamente correlacionado con él.

(15) Se plantean dos problemas importantes al utilizar este procedimiento para estimar la varianza de los incrementos en el valor económico de las patentes en manos de la empresa. El primero es que la distribución estimada por Schankerman y Pakes es una distribución del valor de los derechos de patente, que puede que varíe menos que proporcionalmente con el verdadero valor económico para la empresa del invento correspondiente. El segundo problema probablemente va en dirección contraria. Parte del cambio en el valor

patentes, explicarían poco de las fluctuaciones en el valor de mercado. El tener números en lugar de valores hace que las cosas empeoren, reduciendo esta fracción aún más. La contribución del número de patentes a la varianza en sus valores es sólo del orden del 7 por ciento [$1/(1 + (3,6)^2)$], y su contribución a la explicación de la varianza en los cambios inesperados en los valores de mercado de las empresas individuales es mucho más pequeña (menor que el 0,1 por ciento) (16). Por tanto, no se deberían utilizar los datos sobre fluctuaciones en el mercado de valores de esta manera, para contrastar hipótesis detalladas sobre el contenido informativo de las estadísticas de patentes. Por otro lado, aun cuando los componentes de la varianza estimada son bastante pequeños, no se debería interpretar que implican que los rendimientos de la actividad inventora son pequeños o que el tema que hemos estado analizando no es interesante, sólo que hemos estado buscando nuestra aguja particular en un pajar muy grande.

7. DIFUSIÓN Y OTROS USOS DE LOS DATOS DE PATENTES

Un asunto importante aún sin resolver en el área de la economía de la tecnología es la identificación y medida de la difusión de la I + D, los beneficios que una compañía o una industria reciben de la actividad de I + D en otra. Es difícil seguirle la pista a la difusión sin disponer de fuertes nociones a priori sobre quiénes son los beneficiarios potenciales de la investigación de quién (véase Griliches 1979, págs. 102-105, donde se puede encontrar una discusión adicional sobre estos asuntos). Una manera de enfocar este problema es utilizar la información detallada sobre patentes, por tipo de patente (clase de patente), para agrupar a las empresas en torno a grupos de «actividad tecnológica» y determinar si las variables de una empresa están relacionadas con los niveles de actividad global de su grupo.

En su tesis y en varios artículos recientes, Adam Jaffe (1983, 1985, 1986, 1988) ha utilizado datos a nivel de empresa sobre patentes, por clase de patente y sobre la distribución de las ventas a nivel de cuatro dígitos en la clasificación SIC, para agrupar a las empresas en 21 grupos tecnológicos diferenciados y 20 grupos industriales (orientación de ventas). Resulta que estos dos criterios conducen a agrupamientos diferentes. Utilizando los grupos tecnológicos, Jaffe construyó una medida de la «bolsa» total de I + D disponible para su difusión (tomando prestado o robando) en un grupo. Entonces se fijó en tres variables de «output»: el ratio de inversión en I + D para la

de la patente de la empresa este año puede no constituir una noticia, y por tanto, puede que ya haya sido incorporado en el valor de mercado al principio del año. Permitir alguna posibilidad de predicción de las cifras de patentes sólo reduciría las fracciones aún más, multiplicándolas en esencia por $1-R^2$ de la ecuación de predicción. (Véase Griliches, Hall y Pakes 1990, para una discusión más detallada sobre esto y temas relacionados).

(16) En Griliches, Hall y Pakes se desarrolla un enfoque alternativo a esta cuestión, modelizando los componentes de la varianza de las «sorpresas» en el valor en bolsa, explícitamente como funciones de las patentes actuales y pasadas y la actividad de I + D, lo que nos permite estimar también la contribución de las revisiones de los valores de las patentes pasadas a los cambios actuales en el valor de mercado. A pesar de que las estimaciones resultantes son bastante imprecisas, debido a que están basadas esencialmente en los cuartos momentos de los datos, implican que la varianza en las noticias sobre el valor de las patentes (actuales y pasadas) podrían explicar alrededor del 5 por ciento de la varianza total de las sorpresas en el valor de mercado, un número que puede parecer bajo pero es en realidad tan alto como cualquiera de los que se han encontrado en otros estudios sobre revisiones de valor de mercado. Sin embargo, únicamente un quinto de esto, aproximadamente, puede ser atribuido a noticias asociadas a solicitudes de patentes *actuales*.

empresa (en 1976), las patentes recibidas (el número medio de las solicitadas durante 1975-1977), y el crecimiento del output, entre 1972 y 1977. En cada uno de estos casos, su medida del «pool» de I + D contribuía significativamente y de manera positiva a la explicación de las variables de «resultados» a nivel de empresa, incluso en presencia de variables dummy de la industria (basadas en el agrupamiento por ventas). Quizá no sorprenda el hecho de que las empresas en los grupos tecnológicos con grandes «bolsas» de I + D global invertían más intensivamente en I + D de lo que se predeciría sólo con su localización industrial (SIC). Más interesante es el resultado de que las empresas recibían más patentes por dólar en I + D en aquellos grupos donde otros llevaban a cabo más I + D, de nuevo, por encima de cualquier diferencia meramente debida a la industria (basada en una clasificación de sus ventas). De manera similar, su análisis del crecimiento de la productividad empresarial durante el período 1972-1977 mostraba que estaba positivamente relacionada con la intensidad media de la I + D de las empresas individuales y con el cambio en el tamaño de la bolsa de I + D disponible para estas empresas. En términos de beneficios, o valor de mercado, existían, sin embargo, efectos tanto positivos como negativos de la I + D de las empresas vecinas. El efecto neto era positivo para las empresas de I + D altos, pero las empresas con I + D alrededor de una desviación standard por debajo de la media empeoraban en conjunto por la I + D de las demás. Aquí la idea de la difusión de la I + D se hace operativa utilizando el esquema de patentes de la empresa para construir una medida de su localización en el «espacio tecnológico» y mostrando que la I + D realizada por otros, ponderada inversamente a su distancia desde esta localización tiene un impacto observable en su propio éxito. Más recientemente, Jaffe (1989) ha utilizado datos regionales sobre patentes para investigar la difusión de la investigación académica.

Los documentos de patentes contienen también citas de otras patentes previas. Como consecuencia del aumento en el interés por las citas en general y el desarrollo de programas de ordenador que permiten la búsqueda de todas las citas subsiguientes de una patente concreta (o artículo), se ha producido un interés creciente por utilizar los recuentos de citas como «índices» alternativos de calidad diferenciada. Debemos señalar aquí que las citas de patentes difieren de las citas científicas usuales al trabajo de otros, en que son principalmente la contribución de los inspectores de patentes, cuya función es delimitar el alcance de la nueva patente y hacer notar el contexto en el que se concede. En ese sentido, la «objetividad» de tales citas es mayor y puede contribuir a hacer válidos los recuentos de citas como índices de importancia relativa. Pero, en otro sentido, son como citas añadidas ante la insistencia del editor; puede que reflejen la importancia que se atribuye en el campo a artículos concretos pero no son un indicador válido de los canales de influencia, de la difusión intelectual. Por otra parte, nos acercan a algo que podría interpretarse como una medida de los rendimientos sociales, frente a los meramente privados, de estas patentes.

La utilización de citas de patentes como «indicadores» se discute, con un estilo bibliométrico, en R.S. Campbell y A.L. Nieves (1979), Carpenter et al. (1981), Carpenter y F. Narin (1983), y Narin, E. Noma, y R. Perry (1987) (véase también la discusión más general sobre evidencia bibliométrica en la Oficina de Asesoramiento Tecnológico 1986, cap. 3). Una aplicación económica interesante se encuentra en M. Trajtenberg (1990)

que muestra que las cifras de patentes ponderadas por las citas están más correlacionadas con su medida de «output», ganancias en términos de excedente del consumidor del desarrollo y difusión de los *canners* CAT (tomografía computerizada), mientras que las cifras de patentes sin ponderar están más relacionadas con el «input», con los gastos en I + D por parte de las distintas empresas en este campo. (Otra aplicación de los datos de citas se encuentra en Lieberman 1987). Esta manera de utilizar los datos de patentes se encuentran en sus comienzos y es probable que veamos una utilización mucho más amplia en el futuro.

Una serie de estudios han intentado «validar» las patentes como indicadores de cambio técnico conectándolas con los recuentos de las innovaciones, nuevos compuestos químicos, y medidas subsiguientes de beneficios o crecimiento. Uno de los mejores y más tempranos estudios de este tipo (William Comanor y Scherer 1969) relacionada patentes farmacéuticas con el número de nuevos compuestos químicos y todos los nuevos productos introducidos por las diferentes empresas en años subsiguientes, y encontraba una relación estrecha entre las solicitudes de patentes (en lugar de las concesiones) y todos los nuevos productos (en lugar de sólo el número de nuevos compuestos químicos). No consideraré en detalle un conjunto de estudios que han encontrado varios grados de relación entre patentes y recuentos de «inventos» o «innovaciones», porque la subjetividad y elasticidad de tales datos de recuento de innovaciones hacen que sus resultados sean muy difíciles de interpretar, ejemplos de tales trabajos son B. Achilladelis, A. Schwarzkopf, y M. Cines (1987), Basberg (1982), Kleinknecht (1982), y Walsh (1984). Scherer (1965a) muestra una relación positiva entre las tasas anteriores de patentes y las diferencias subsiguientes en el crecimiento de las ventas y la rentabilidad en una sección cruzada de empresas, pero no conozco ningún estudio que relacione «con éxito» las tasas de patentes o los shocks de patentes con el *crecimiento* subsiguiente de la productividad a nivel de empresa.

Pavitt y Soete y sus asociados han utilizado los datos de patentes para analizar la «competitividad» relativa de varios países, para construir índices de «ventaja tecnológica revelada» para varios países, y para describir y contrastar la localización internacional de la actividad inventora en diferentes industrias (Pavitt y Soete 1980, 1981; Pavitt 1982; Pavit y Patel 1988; Soete 1987). Los historiadores económicos han utilizado patentes para estudiar los patrones regionales de crecimiento económico y las externalidades de la aglomeración y el tamaño poblacionales (Alien Kelley 1972; K.L. Sokoloff 1988; Sokoloff y B.F. Khan 1989, entre otros). Ha sabido también muchos otros intentos de utilizar los datos de patentes en diferentes áreas del análisis económico. Desafortunadamente no es posible hacerles justicia a todos ellos aquí.

8. TENDENCIAS AGREGADAS EN PATENTES Y EL CICLO BUROCRÁTICO

Entre las varias explicaciones de la disminución mundial de la productividad en los años setenta, el agotamiento de las oportunidades tecnológicas y de invención sigue siendo uno de los principales sospechosos en el caso. Esta sospecha se alimentó por uno de los hechos estadísticos más visibles: El número total de patentes concedidas alcanzó un máximo en los Estados Unidos alrededor de 1970 (véase gráfico n.º 1). Se

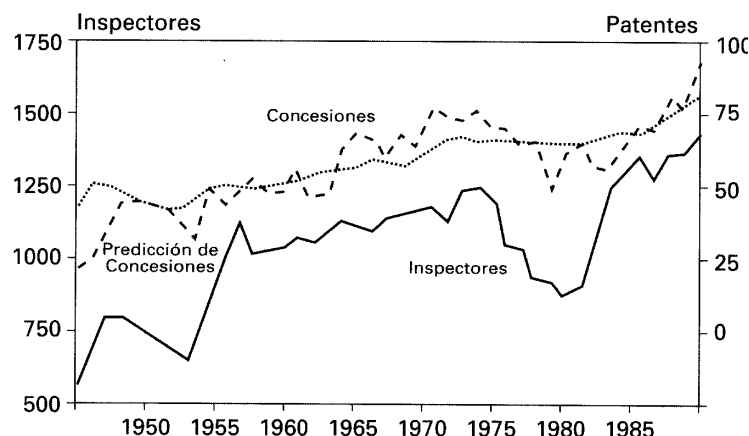
podieron observar tendencias similares en las patentes del resto del mundo, excepto en Japón (véase Robert Evenson 1984; Englander, Evenson y Hanazaki 1988, y et al. 1989). Estos mismos datos también alimentaron la idea de que los Estados Unidos habían perdido su ventaja competitiva en la actividad inventora. Si se observan los datos sobre patentes concedidas a empresas norteamericanas, alcanzan un máximo hacia mediados de los sesenta y en realidad no se han vuelto a recuperar desde entonces (véase gráfico n.º 2). Una noción relacionada es la de rendimientos decrecientes en la actividad inventora, en la inversión en I + D. Observando el gráfico n.º 2, se puede apreciar una tasa de crecimiento mucho más rápida en los gastos en I + D nacionales que en las patentes totales y la sugerencia implícita de rendimientos decrecientes.

En el gráfico n.º 1 son visibles dos aspectos importantes de estos datos: Las tendencias en las concesiones de patentes no siempre siguen a las de las solicitudes de patentes y ha habido ciclos con anterioridad. Se solicita una patente cuando el valor esperado de recibir la patente excede al coste de solicitarla. El valor esperado de una patente iguala a la probabilidad de que sea concedida, multiplicado por el valor económico esperado de los derechos asociados con la idea o el objeto concreto patentados, menos los efectos potencialmente negativos que surjan de su revelación. Se concede una patente si pasa ciertos standards mínimos de novedad y utilidad potencial. Estos standards pueden variar a lo largo del tiempo, como resultado de cambios en la percepción de lo que es una innovación, y también como resultado de una presión «de solicitudes» cambiante sobre un número relativamente fijo de empleados de la oficina de patentes. Además, una modificación en los recursos de la oficina de patentes o en su eficiencia introduciría cambios en la estructura de retardos de las concesiones posteriores a las solicitudes, y puede dar lugar a una aspecto de las tendencias subyacentes que induzca a errores de interpretación. En particular, el declive en el número de patentes concedidas en los años setenta es casi completamente un artificio, inducido por fluctuaciones en la Oficina de Patentes, culminando en la abrupta caída en 1979 debido a la ausencia de presupuesto para imprimir las patentes aprobadas (17).

Esto se puede comprobar fácilmente en el gráfico n.º 8, que representa el número de concesiones que predeciría una política y puesta en práctica de la Oficina de Patentes «constante», es decir, una tasa de aceptación del 65 por ciento y una estructura de retardos constante. El gráfico de tal «predicción» es esencialmente plano a través de los años setenta, reflejando la constancia en términos generales de las solicitudes totales durante este período e implicando un marcado cambio en la estructura de retardos del proceso de concesiones durante los últimos 20 años. A finales de los años sesenta, llevaba más de tres años emitir la mitad de las concesiones. En 1971 se inició una campaña para reducir estos retrasos y eliminar la lista de espera que se estaba acumulando lo que hizo disminuir la fracción de más de tres años alrededor del 10 por ciento a finales de los años setenta. Pero a comienzos de los años ochenta, la Oficina

(17) El impacto de cambios en los procedimientos burocráticos en aspectos de corto plazo de estos datos se discute en G.G. Brunk y G. Demack (1987), donde se pone de relieve que desde 1968, la Oficina de Patentes ha estado emitiendo un número fijo de patentes cada semana, cambiando este número, de vez en cuando, según variaba la lista de espera.

Gráfico n.º 8. **Concesiones reales de patentes, predicción de concesiones y número de inspectores (1947-1989)**



Nota: Predicción de Concesiones (basada en una Política de la Oficina de Patentes «fija») = $0,65 (0,1 \text{ solicitudes}_{-1} + 0,61 \text{ solicitudes}_{-2} + 0,25 \text{ solicitudes}_{-3} + 0,04 \text{ solicitudes}_{-4})$.
Fuente: Griliches 1959, figura 3 actualizada.

de Patentes sufrió otra crisis presupuestaria y la lista de espera empezó a crecer de nuevo (véase Griliches 1989, Tabla 1).

Observando las fluctuaciones a largo plazo en el número total de patentes concedidas se puede ver que están asociadas de manera más estrecha al número de inspectores que a la entrada de solicitudes de patentes (siendo la «predicción de concesiones» simplemente una media móvil a escala de las solicitudes recientes). Es obvio que el declive en las patentes concedidas en los años setenta no provino de una disminución en las solicitudes —disminuyeron muy poco— sino de un recorte en los recursos de la Oficina de Patentes. ¡Este indicador del «declive tecnológico» no es más que un espejismo burocrático!

Otra forma de llegar a esa conclusión es vía la estimación de una «función de producción» de la Oficina de Patentes, que consideraría el número de patentes concedidas como una función de dos «inputs» principales: los recursos internos disponibles, el número medio de inspectores de patentes, y los «materiales» con los que tiene que trabajar, solicitudes retrasadas. El cuadro n.º 3 presenta una serie de regresiones de ese tipo para los períodos 1925-1987 y 1945-1987 (no se disponía de datos sobre inspectores con anterioridad a 1920) y encuentra que el principal determinante del número de patentes concedidas es el número de inspectores de patentes empleados por la Oficina de patentes (promediados sobre los tres años previos) con un coeficiente estimado (elasticidad) de aproximadamente uno. La oferta de

Cuadro n.º 3. La «Función de Producción» de la Oficina de Patentes

Variables	Coeficientes (Errores standard)				
	Log de las Concesiones Totales		Log de las Concesiones Domésticas		
	1925-87	1945-87	1945-87		
Log media inspectores	.916 (.145)	.879 (.129)	.938 (.153)	.957 (.146)	.899 (.130)
Log predicción de concesiones	.479 (.188)	.419 (.129)			
Tiempo	-.026 (0.08)			-.010 (.003)	
Tiempo al cuadrado	.00025 (.00010)				
Log predicción concesiones domésticas			.625 (.325)	.400 (.301)	.333 (.311)
Log predicción concesiones extranjeras			-.195 (0.71)		
Logit solicitudes extranjeras ratio					-.102 (.031)
R ²	.890	.950	.788	.796	.800
SEE	.107	.115	.119	.117	.116
AR (1)	.427 (.121)	.273 (.153)	.286 (.160)	.273 (.158)	.273 (.159)

Fuente: Griliches (1989, tabla 2)

Media de inspectores = [inspectores (-1) + inspectores (-2) + inspectores (-3)]/3.

Predicción de concesiones = 0,65 [0,1 Solicitudes (-1) + 0,61 Solicitudes (-2) + 0,25 Solicit (-3) + 0,04 Solicit (-4)].

La misma fórmula para la predicción de concesiones domésticas y extranjeras como función de las solicitudes domésticas y extranjeras.

AR(1) = ajuste de correlación serial autorregresiva de primer orden.

SEE = error standard de estimación (desviación típica de los residuos estimados).

Logit ratio de solicitudes extranjeras: $\text{Log} [(Solicitudes Extranjeras/Solicitudes Totales)] / [1 - (Solicitudes Extranjeras/Solicitudes Totales)]$.

solicitudes es importante pero afecta sobre todo a través de la variable de inspectores. Los inspectores se contratan, en parte, como respuesta a la presión de solicitudes y el estado de la lista de espera. Hay también una tendencia negativa en la «eficiencia» de los inspectores de patentes, quizá como resultado de la creciente complejidad de las solicitudes y el tamaño cada vez mayor de la literatura que hay que consultar (18).

Un análisis paralelo de concesiones a inventores domésticos proporciona resultados similares. La mayor parte de la variabilidad en sus cifras es atribuible de nuevo al número de inspectores. Pero aquí existe también evidencia de un efecto negativo significativo del creciente número de solicitudes extranjeras, representado en el cuadro

(18) Para evidencia sobre la complejidad creciente, véase Scherer et al. (1959, pág. 134).

n.º 3 por la cifra de la «predicción» de concesiones a extranjeros o el ratio logit transformado de solicitudes extranjeras. Ambas versiones de esta variable indican un «efecto de expulsión» de las patentes domésticas por la ola creciente de solicitudes extranjeras y proporcionan una interpretación sustantiva para la tendencia negativa en esta ecuación. Esto no «resuelve», sin embargo, todos los misterios. En el caso de las patentes domésticas se ha producido también un declive de solicitudes en los años setenta, lo que requiere una interpretación propia.

9. PATENTES AGREGADAS Y EL CICLO ECONÓMICO

Una explicación del declive en la tasa de solicitudes domésticas de patentes en los años setenta se encuentra en el deterioro mundial de las expectativas y las condiciones económicas, que se produjo como consecuencia de las dos crisis petrolíferas y los esfuerzos gubernamentales por contener las fuerzas inflacionarias resultantes (Griliches 1988). La idea de que la actividad inventora está principalmente determinada por la «demanda» tiene su más fuerte defensor en Schmookler (1966), que demostró que la actividad inventora (medida por las patentes) estaba relacionada con movimientos anteriores en la inversión y el output de las industrias relevantes. (Véase también la posterior recapitulación de su postura en Schmookler 1972, págs. 70-84). Su trabajo se puede criticar, y ha sido criticado, a varios niveles. A largo plazo, las fuerzas de la «oferta», en forma de nuevos descubrimientos y la contribución estable de nuevo conocimiento científico, seguramente tienen un importante papel que jugar (Nathan Rosenberg 1974). Además, para los standards econométricos actuales la evidencia presentada por Schmookler para sostener sus conclusiones no es demasiado fuerte (aunque gana fuerza por la acumulación de los elementos que examina, y por la observación de una mente erudita de primera clase intentando resolver el problema y llegando a un juicio educado). El trabajo empírico subsiguiente sobre este tema, de Scherer (1965a y 1982b), P.L. Stoneman (1979), Geoffrey Wyatt (1986), Derek Bosworth y Tony Westaway (1984), G. Papachristodoulou (1986), y Kleinknecht y B. Verspagen (1988), o bien ha proporcionado apoyo a sus conclusiones originales, o las ha debilitado, pero ninguno ha sido capaz de tirarlas abajo (19). En cualquier caso, al nivel de las fluctuaciones anuales en el que nos estamos fijando, es probable que las fuerzas de demanda sean más importantes y fáciles de detectar que las mucho más lentas fuerzas de «oferta» cuyos efectos tardan más tiempo en acumularse.

El cuadro n.º 4 presenta una serie de diferentes intentos por explicar la cifra total de solicitudes de patentes domésticas en los Estados Unidos durante los últimos treinta años aproximadamente. Puesto que antes de 1953 no existen datos de I + D

(19) Siguiendo a Stoneman, una serie de estudios han hecho la regresión del log de las patentes sobre el log de la I + D por patente, interpretando esta última variable como una medida del «coste» del invento, y el coeficiente negativo resultante como una indicación de la influencia de las fuerzas de «oferta». Pero el signo de este coeficiente podría no estar reflejando más que el carácter espúreo de la relación, inducida por el gran componente de error de medida o transitorio en las cifras de patentes. Sobre la última posibilidad véase Griliches, Hall y Pakes (1990).

**Cuadro n.º 4. Determinantes de las Solicitudes de Patentes en EEUU
realizadas por residentes (1953-1987)**

(Variable dependiente: Log de las solicitudes de patentes domésticas)

Variables	Coeficientes de Regresión (Errores standard) y Período					
	1953-87			1954-87		
Tiempo	-.000 (.001)	-.017 (.005)	-.018 (.004)	-.013 (.003)	-.007 (.004)	-.007 (.001)
DLNTDF			-.279 (.097)	-.317 (.084)	-.314 (.074)	-.314 (.977)
DLNTDF(-1)			-.257 (.098)	-.203 (.081)	-.155 (.084)	-.155 (.076)
LCRD(-1)		.338 (.094)	.410 (.075)	.203 (.090)	.000 (.125)	
LRUNBR(-1)				.064 (.019)	.121 (.032)	.121 (.015)
LRRDDF					-.775 (.352)	-.776 (.233)
SEE	.0507	.0425	.0326	.0281	.0264	.0259
R ²	-.029	.256	.561	.674	.713	.714
D-W	.72	1.21	1.74	2.00	2.04	2.02

Fuente: Griliches (1989), tabla 6.

SEE = desviación standard de los residuos estimados.

D-W = estadístico Durbin-Watson.

DLNTDF = la tasa de crecimiento del componente de defensa nacional del PNB real.

LCRD = logaritmo de los gastos en I + D en la Industria financiados por empresas, deflactados.

LRUNBR = logaritmo de los gastos totales «reales» en investigación básica realizados en universidades, deflactados.

LRRDDF = logaritmo del ratio entre la I + D y los deflactores implícitos del PNB

razonablemente consistentes a nivel nacional, la mayoría de los análisis se basan en el período 1954-1987(20).

Hay un conjunto de resultados interesantes en este cuadro. 1) En todo el período (1953 a 1987) no hubo una disminución significativa en el número de solicitudes de

(20) Tomando una visión a largo plazo y fijándonos en períodos sin datos de I + D, se pueden reproducir las líneas generales de los resultados de Schmookler. Por ejemplo, para todo el período 1880-1987 (88 años) se obtiene (en primeras diferencias de logaritmos):

$$gda = -0,006 + 0,110 \text{ ggpd} + 0,299 \text{ ggnp} (-1)$$

(0,009) (0,030) (0,128)

$$R = 0,15$$

$$See = 0,075$$

$$D-W = 1,87$$

donde la tasa de crecimiento en las solicitudes de patentes domésticas (*gda*) está positivamente relacionada con la tasa actual de crecimiento de la inversión doméstica privada bruta (*ggpd*). Puesto que en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial, la varianza es mucho menor, los resultados son más débiles para ese período, pero tampoco tan diferentes. Durante este último período tenemos, sin embargo, medidas directas de «input», tales como los gastos en I + D y el número de científicos e ingenieros realizando I + D, y éstas dominan los índices económicos agregados tales como el PNB y la IIPB (inversión interior privada bruta).

patentes en los Estados Unidos por residentes en los Estados Unidos. Puesto que hubo una tasa de crecimiento positiva en la I + D real en este período, al menos utilizando los deflatores standard, cualquier atribución a ellos de una influencia positiva implicaría el resultado de una tendencia temporal negativa en la «función de producción» de patentes. 2) Las fluctuaciones en la I + D afectan al número de patentes solicitadas, pero menos que proporcionalmente. Entre las varias medidas posibles de I + D, los gastos empresariales en I + D son los que «funcionan mejor», mientras sólo se tenga que incluir una medida de I + D en la educación. Los resultados 1) y 2) indican una tendencia negativa en la «propensión a patentar» o en la «eficiencia» de la «producción» de patentes de alrededor de -1 a -2 por ciento anual. El coeficiente estimado de la variable de la I + D empresarial es bastante alto y significativo, entre 0,2 y 0,4, y es consistente con resultados anteriores basados en datos micro (véase la Sección 4). 3) Los cambios en el tamaño del presupuesto de defensa, en forma de cambios corrientes y retardados en el producto nacional bruto real dedicado a defensa nacional, tienen un efecto negativo grande y significativo sobre el número de patentes domésticas solicitadas y quizá también entre los niveles corrientes de la actividad inventora. El efecto estimado es alto, una disminución del 5 por ciento en las patentes domésticas como resultado de un aumento del 10 por ciento en el PNB en defensa, y es bastante robusto a la introducción o eliminación de otras variables. Este resultado es consistente tanto con la visión según la cual los gastos de defensa detraen recursos de la actividad inventora como con la visión de que canalizan la actividad inventora hacia áreas donde las patentes son o más difíciles o menos importantes. 4) Existe evidencia en estos datos de una contribución positiva de la investigación básica en las universidades al nivel global de la actividad inventora doméstica, medida por el número total de solicitudes de patentes domésticas. 5) Hay también evidencia de que el coste real creciente de la I + D, en términos del ratio I + D respecto a los deflatores de precios del PNB, ha tenido un impacto negativo sobre las patentes, bien porque refleja también el coste creciente de patentar en relación a otras actividades económicas, o porque ajusta en parte por la «infradeflación» de las variables de I + D mediante el mismo conjunto de deflatores. Todas estas conclusiones son tentativas. Se basan en datos muy agregados, un período de tiempo bastante corto, y un conjunto de variables consideradas con una multicolinealidad muy alta (21). La observación de los datos a nivel de industrias (2.5 dígitos) no ayuda demasiado, ni cambia los resultados de manera significativa (véase Griliches 1989) (22).

Estos resultados macro no ayudan realmente a explicar las tendencias a largo plazo. Para el período completo, de 1954 a 1987, no hay un declive real en patentes que explicar ni tampoco un cambio sustantivo en la tasa de crecimiento de los gastos de defensa. Pero a menos que los deflatores de la I + D estén equivocados, los datos

(21) La correlación simple entre la I + D empresarial con el tiempo y el PNB real es de 0,99 y 0,98, respectivamente, y es de alrededor de 0,94 con la investigación básica universitaria o bien con la I + D total en la industria.

(22) Los intentos realizados para extender estos resultados añadiendo más variables del lado de la «demanda» tales como cambios en el PNB real, utilización de capacidad, o índices de precios en bolsa no han tenido éxito. Casi toda la variabilidad sistemática a corto plazo en las patentes domésticas agregadas están recogidas por las fluctuaciones en las variables de defensa nacional e I + D. Todas las demás variables de demanda parecen estar influyendo a través de esas variables.

indican un crecimiento bastante significativo en los gastos en I + D de empresas privadas en la industria y en los gastos en I + D básica en las universidades del 5 y el 8 por ciento anuales, respectivamente, lo que debería haber resultado en algún aumento en la tasa observada de patentes. Así pues, estamos donde empezamos, con un declive significativo y sin explicar en las patentes de los Estados Unidos en relación a su inversión en I + D.

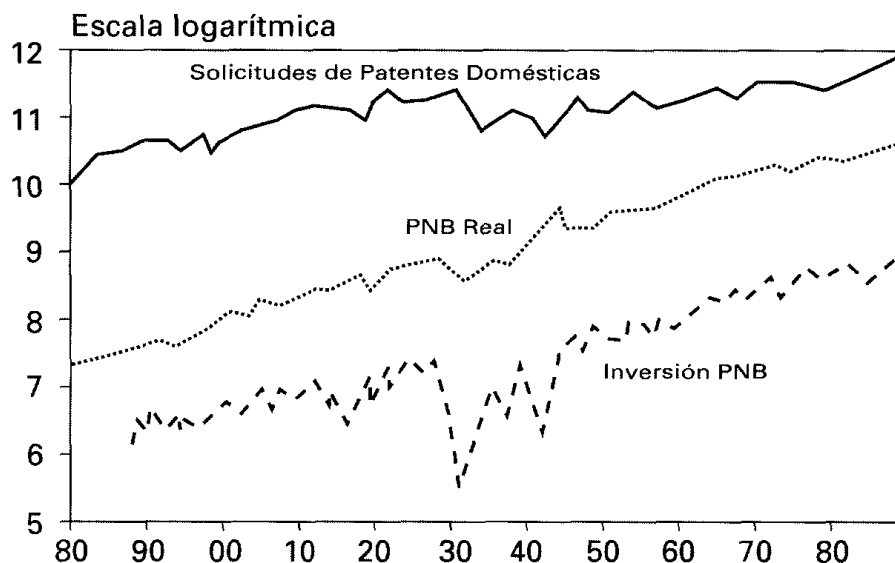
10. ¿UNA VARA DE MEDIR QUE SE ENCOGE?

Antes de observar la tendencia a largo plazo en las patentes domésticas y discutir su interpretación como indicador de la actividad inventora, merece la pena señalar que desde el punto de vista de la medición del cambio técnico en los Estados Unidos, utilizando medidas de la productividad total de los factores o índices relacionados, las patentes *domésticas* puede que no sean la magnitud relevante. Las patentes totales pueden ser una mejor medida de desplazamientos en la «tecnología», en la «frontera de posibilidades de producción». Los inventos extranjeros deberían tener un impacto similar en la productividad total de los factores y, por tanto, desde el punto de vista de la medición de la «oportunidad» tecnológica disponible en la economía norteamericana, puede que no importe de dónde vino el invento. El nivel de patentes domésticas puede que sea más relevante, sin embargo, para los estudios sobre «competitividad» y cuando se piensa en las tasas de rendimiento de la I + D doméstica.

El gráfico n.º 9 representa (en la escala logarítmica habitual) los datos a largo plazo de las solicitudes de patentes domésticas, PNB real, y la inversión doméstica privada bruta (en lugar de los datos de I + D que no están disponibles antes de los años cincuenta (23). Varios hechos interesantes sobresalen en ese gráfico: después de crecer aproximadamente a la misma tasa que el PNB real a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, las solicitudes de patentes domésticas alcanzaron un máximo a finales de los años veinte y no han vuelto a alcanzar tales niveles con posterioridad. Después de un fuerte declive tras la Gran Depresión y los primeros años de la guerra, y tras una breve recuperación en la posguerra, permanecieron esencialmente constantes en todo el período de la posguerra, mientras que el PNB y los gastos en I + D totales y empresariales estaban creciendo. Estos hechos llevaron a Schmookler (1966, págs. 28-30) a declarar que los datos del período anterior a la Segunda Guerra Mundial y los posteriores a dicha guerra no eran realmente comparables. Dio tres razones para la caída en el período más reciente: 1) el cambio en el clima político y judicial a finales de los años treinta, que se convirtió en mucho más hostil a las patentes empresariales y la defensa de los derechos de patentes, reduciendo por tanto el valor de hacer una solicitud; 2) el crecimiento de los retrasos en la tramitación de las solicitudes de patentes en la Oficina de Patentes, que redujo el valor último de tal protección, y 3) el aumento de las industrias en las que se confía menos en las patentes y más en el sigilo y en la

(23) Las cifras de solicitudes de patentes domésticas se extrapolan hacia atrás, antes de 1940, por el número de solicitudes de patentes totales, constituyendo las solicitudes extranjeras menos del 10 por ciento del total en esa época.

Gráfico n.º 9. **Solicitudes de patentes por residente en los EE.UU., PNB real e inversión (1980-1989)**



Fuente: Griliches 1989. figura 4 actualizada.

ventaja del que mueve primero, y el hecho de que muchas empresas se dieran cuenta de que podían prescindir de las patentes. Lo que Schmookler no mencionaba explícitamente es el aumento en el salario real y de aquí el aumento en el coste de oportunidad de tratar con el sistema de patentes. Este aumento de los salarios reales contribuyó a la significativa disminución en el número de patentes concedidas a inventores «independientes» y probablemente también a un mayor punto crítico de valor potencial para las empresas antes de que solicitaran una patente. Si esto es así, entonces el estancamiento relativo de las solicitudes domésticas en el período de la posguerra no excluye la posibilidad de que la actividad inventora en términos reales y su output estuvieran al mismo tiempo creciendo.

Las dos primeras explicaciones de Schmookler tienen hoy en día menos fuerza. (El clima judicial de hecho ha dado la vuelta recientemente.) La tercera explicación, que la falta de crecimiento en las solicitudes de patentes domésticas se debe a cambios en la combinación de industrias, desde áreas tradicionalmente con muchas patentes (como las químicas) hacia las dinámicas industrias con pocas patentes, tales como computadores, ha sido puesta en duda por Griliches (1989). Utilizó intensidades «fijas» de patentes por dólar gastado en I + D (de Bound et al. 1984 y Scherer 1984a) junto con la distribución industrial de los gastos empresariales en I + D en 1957 y 1985 para calcular una «predicción» del número medio de patentes por dólar gastado en I + D,

con un resultado que va en la dirección adecuada pero es bastante pequeño: un -3 por ciento de ajuste para todo el período 1957-1976. Es pequeño porque las intensidades de patentes no son tan distintas entre industrias y porque la composición industrial de la I + D no cambia drásticamente durante este período (24).

Otra explicación posible es la estimación al alza del crecimiento de la I + D «real» debido a una infraestimación, mediante los «deflatores» convencionales de la I + D, del crecimiento en el coste real de hacer ciencia, de encontrar nuevos fármacos y nuevos compuestos, y de diseñar nuevos circuitos integrados. Si el coste «real» de realizar actividades de I + D se ha elevado alrededor del 3 al 4 por ciento más por año de lo que se indica mediante los deflatores convencionales, se eliminaría la mayoría de la disminución observada en patentes por dólar de I + D (Daniel Smith 1988) (25). Es bastante difícil, sin embargo, distinguir esto de las varias versiones de la hipótesis del agotamiento de las fronteras científicas. ¿Por qué se está elevando el coste real de la ciencia más rápidamente que un índice razonablemente ponderado de los salarios de los científicos y un índice de precios ajustado por la cantidad del instrumental científico y equipamiento? ¿Se debe a que la competencia de otros científicos dentro del país y en el extranjero está elevando los recursos necesarios para producir una unidad de avance visible en un campo? ¿No es simplemente un reflejo de los rendimientos decrecientes a las inversiones en I + D cuando se aplican a un conjunto subyacente de oportunidades científicas dado o creciendo más lentamente, del efecto de expulsión? (Véase también la discusión de Englander, Evenson y Hanazaki 1988 sobre esto.)

11. EL ESPECTRO DE LOS RENDIMIENTOS DECRECIENTES

Las cifras agregadas de patentes (solicitadas y concedidas) hay fluctuado mucho en el pasado. También han crecido más lentamente en este siglo, mucho menos que las inversiones en I + D, lo que ha llevado a los observadores académicos a preguntarse repetidamente por el consiguiente estancamiento en la tasa de crecimiento del progreso técnico. En 1935, Robert K. Merton escribía: «En los Estados Unidos, sin embargo, el número de patentes no ha seguido el ritmo del crecimiento de la población desde 1885 —un hecho que nos puede inducir a sospechar la posibilidad de una reducción en la tasa de avance tecnológico a nivel general» (pág. 454). Al mismo tiempo, S.C. Gilfillan (1935), acusaba de la disminución en patentes al declive en la capacidad del pueblo norteamericano, debido a la inmigración y a la generación genética, porque «los estúpidos se han estado reproduciendo a una tasa mucho más alta» (págs. 218-219). En 1952, Alfred B. Stafford se preguntaba «¿Está disminuyendo la Tasa de Invención?», al observar una tendencia decreciente en las patentes, desde 1916 hasta 1947, en dos tercios de todas las clases de patentes, y se preocupaba de los rendimientos

(24) Hall (1988) obtiene resultados similares.

(25) «Para una institución globalmente considerada, con una dotación constante de científicos jóvenes, las tasas de crecimiento ponderadas típicas por científico (en el 'factor sofisticación') podrían ser del 2 al 5 por ciento en términos de valor constante anual...». A.V. Cohen y L.N. Ivins (1967, págs. 28).

decrecientes, por un lado, y la complejidad creciente de los inventos por otro (26) (véase también Schmookler 1954). La misma idea es recogida por Scherer en 1959: «... la fuerte disminución de las patentes durante la crisis de los años treinta se puede atribuir a condiciones económicas desfavorables, mientras que el hundimiento durante la Segunda Guerra Mundial se explica por la tendencia histórica a la disminución de las patentes en tiempos de guerra. Pero no existe una explicación tan inmediata para el continuo debilitamiento durante los años prósperos de la posguerra» (pág. 130). Scherer atribuía entonces parte de este declive, como hizo también Schmookler (1966) más tarde, a un cambio en el clima judicial y específicamente al aumento de los decretos de licencias obligatorias. Pero eso no parece explicar toda la caída, o su persistencia hasta los años setenta. Y este tipo de preocupación continúa hasta hoy en día, como se puede ver en Baily y Chakrabarti (1988), Scherer (1986), y este mismo artículo. Uno siempre se puede preocupar por el fin del mundo. En algún momento tiene que llegar, sin duda, pero no parece que el final sea inminente, al menos por ahora.

¿Cuáles son los hechos que podemos percibir? No ha habido una disminución en términos absolutos en la tasa de patentes en los Estados Unidos. Las solicitudes y las concesiones totales de patentes están alrededor de un 30 por ciento por encima del nivel de principios de los sesenta, y las solicitudes de patentes domésticas en los Estados Unidos se han recuperado también hasta los niveles alcanzados en los años sesenta. La cuestión entonces es, ¿necesitamos una tasa creciente de inventos (bajo el supuesto de que las cifras de patentes realmente los miden) para sostener una tasa positiva estable de crecimiento en la productividad total de los factores? ¿Indica el crecimiento más rápido en los gastos reales en I + D rendimientos decrecientes a la I + D o una mejora en la calidad de los inventos patentados? ¿Y podría ser que el declive del 11 por ciento, esperamos que temporal, en la cifra media de solicitudes de patentes domésticas, entre su máximo en 1968-1971 a su mínimo en 1977-1983, haya sido responsable de la deceleración de la productividad en los años setenta, o tiene quizá implicaciones significativas de crecimiento de la productividad para el futuro?

En la medida en que un invento o bien reduce el coste de producción o desarrolla productos completamente nuevos, tiene un aspecto de rendimientos crecientes. El mismo invento podría producir el mismo efecto proporcional en economías o mercados de diferentes tamaños. La naturaleza de bien público de la mayoría de los inventos y el aspecto «multiplicativo» de su impacto hace que no se requiera que sus cifras crezcan para sostener una tasa positiva de crecimiento de la productividad. Por otra parte, las economías no crecen únicamente por réplica y expansión; también se vuelven más complejas, proliferan distintos productos y actividades, y se desarrollan en diferentes entornos geográficos y económicos. En esa medida, el «alcance» de cualquier invento concreto no se expande a la misma tasa que el crecimiento de la economía en su conjunto, sino sólo a la tasa de crecimiento de su «propio» mercado. Por consiguiente, esperaríamos que el número «requerido» de inventos para una tasa positiva estable de

(26) Stafford (1952) es un estupendo ejemplo de lo fácil que es hacer predicciones erróneas sobre el futuro. Véanse también los agudos y confundidos intercambios entre Gilfillan, Schmookler, y Kunik en *Technology and Culture* (Gilfillan, 1959).

crecimiento de la productividad tiene también que crecer, pero a una tasa que no necesita ser tan rápida como la de la economía en su conjunto.

El párrafo precedente trata de la fundamentalmente inobservable cantidad de invención o de avance en el conocimiento. Es obvio por la discusión precedente y las anteriores referencias, que su relación con las cifras observadas de patentes no es probable que se haya mantenido constante a lo largo del tiempo. La cuestión importante, sin embargo, es qué implica una disminución observada en las cifras de patentes sobre la corriente subyacente de inventos y su efecto último sobre la productividad. Si el declive ocurre debido a un aumento en el coste real de las patentes, o incluso por una disminución en el valor esperado de la patente marginal, esto puede que todavía tenga un efecto muy reducido en la contribución agregada de los valores de los inventos asociados con estas patentes. La evidencia discutida en la Sección 5 muestra que la gran mayoría de patentes vale muy poco y que la mayor parte del producto total social y privado del sistema de invención está basado en un número relativamente pequeño de patentes muy valiosas. Si el inventor conociese por adelantado el valor de la patente entonces un aumento en el coste de patentar o una disminución en el rendimiento de los inventos sólo impediría la actividad inventora marginal, de bajo valor, y el rendimiento agregado total permanecería sin cambios a todos los efectos. Sin embargo, es improbable que los inventores conozcan el valor de sus inventos por adelantado. En el otro extremo, podríamos suponer que toda la dispersión estimada en los valores de las patentes es «interior», que toda ella representa la incertidumbre a la que se enfrenta cada inventor individual. Entonces, una disminución en las cifras de patentes implicaría una caída paralela en la actividad inventora total y en sus resultados (27). Sin duda, los inventores se enfrentan a una gran incertidumbre sobre el valor último de su invento, como se pone de relieve y se documenta en Pakes (1986), pero probablemente no tan extensiva como lo que implicaría la dispersión estimada en los valores de patentes en una sección cruzada. En mi opinión, la verdad se encuentra en algún punto intermedio, pero más cerca del primer caso, con algún conocimiento definido sobre la importancia potencial del invento concreto. En ese caso, y esto es también lo que se observa en las cifras que presentan Schankerman y Pakes (1986), una caída de las patentes estaría asociada a un aumento en el valor «medio» de una patente, y un impacto mucho más pequeño, si alguno, en el output social agregado de esta actividad.

Incluso si hubiera una caída real en el output de invención asociado con la disminución observada en las cifras de patentes, es improbable que pudiéramos distinguir sus efectos en las cifras de productividad convencionales. Hay al menos tres razones para esto. En primer lugar, no todo el crecimiento de la productividad se debe a la invención y sólo una fracción de ésta proviene de inventos patentados. Si tomamos del 1,5 al 2,0 por ciento como la tasa de crecimiento anual aproximada de la productividad total de los factores, al menos la mitad es probable que se deba al crecimiento de la calidad de la fuerza de trabajo, economías de escala, y diversas reasignaciones de capital entre activos y empresas. Además, es improbable que los

(27) Esta es una manera de interpretar la evidencia presentada por Edwin Mansfield (1986) de que las mayores compañías norteamericanas no han reducido la fracción de sus inventos que patentan.

inventos patentados pudieran explicar más que la mitad de todos los avances relevantes en el conocimiento. Esto nos deja como mucho con un cuarto del crecimiento total de la productividad, y una fracción desconocida de sus fluctuaciones, para atribuirlo a los inventos patentados.

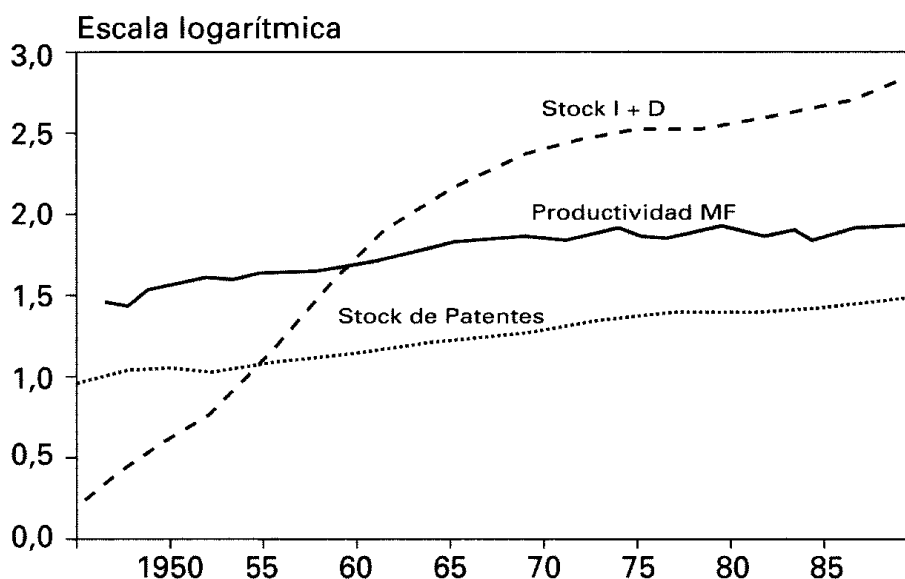
En segundo lugar, los efectos de un invento sobre la productividad aparecen con un retraso largo y variable y es dudoso que los datos disponibles y las técnicas econométricas actuales pudieran identificarlos claramente. Además, la agregación de muchos inventos y muchas estructuras de retardo es probable que los oscurezca aún más, de manera que se vuelvan irreconocibles.

En tercer lugar, la gran variabilidad de la magnitud e importancia de los diversos inventos añade aquí otra fuente de varianza (28). Dada la gran asimetría en las distribuciones de los valores, no nos podemos sentir cómodos incluso con muestras relativamente grandes, o cifras de población (una idea ya señalada en el pasado por Nordhaus 1969 y otros). En la medida en que observamos correlaciones entre cifras de patentes y cifras de productividad contemporáneas, la causalidad es probable que vaya en dirección contraria, de la productividad como una medida del entorno económico a las patentes como una medida del «esfuerzo» de invención, en lugar de ir desde el impacto del «output» de la actividad inventora a la productividad subsiguiente.

Así pues, la cuestión de los rendimientos decrecientes a la I + D y la predicción implícita de una tasa de crecimiento de la productividad decreciente queda sin resolver. Si la relación entre las cifras de patentes y el output de la actividad inventora ha estado cambiando, entonces no se pueden utilizar para emitir un juicio sobre esto. La otra evidencia sobre el tema es, asimismo, equívoca. A priori, esperaríamos encontrarnos con los rendimientos decrecientes en cualquier campo definido de manera estrecha, al menos hasta que el campo o área de producto se redefinan completamente mediante algún otro descubrimiento importante. Kuznets utilizaba datos de patentes detallados para apoyar esta idea ya en 1929 (págs. 54-58). Esto también se sigue de los diversos modelos teóricos del proceso de I + D, tales como el de Evenson y Kislev (1975, cap. 8) y otros. Por otra parte, el esfuerzo de invención nos mueve de una zona de «pesca» a otra y se abren nuevas zonas de pesca como resultado de la I + D básica y otras fuentes de descubrimiento. Por este motivo, a largo plazo existe menos evidencia de agotamiento de oportunidades, y los estudios que han tratado de encontrar disminuciones en las tasas de rendimiento de la I + D han encontrado muy poca evidencia de tal disminución (véase Griliches 1986 y Sveikauskas 1988, entre otros). El mismo conflicto aparece en las diversas estimaciones de la «función de producción de patentes» discutida en la Sección 4. Las estimaciones de series temporales, que presumiblemente miden los rendimientos de movimientos principalmente a lo largo de trayectorias ya establecidas, todos tienden a obtener elasticidades relativamente bajas de las patentes recibidas con respecto a la inversión en I + D, del orden de 0,2 a 0,45. Por otro lado, los estudios de

(28) En Griliches (1989, pág. 316) aparecen unos cálculos de los que se deduce que si alrededor de un tercio de la caída del 10 por ciento en las solicitudes de patentes (entre finales de los años sesenta y los setenta) se trasladara en una disminución del output real de innovaciones, nos llevaría más de siete años, sin contar los retrasos, detectarlo con alguna «confianza» estadística, incluso en ausencia de otras fuentes de variación de la productividad. Y, mientras, la tendencia podría haber dado la vuelta.

Gráfico n.º 10. **Productividad Multifactores en la economía empresarial privada y «stocks» de patentes y de capital I+D**



Fuente Griliches 1989, figura 6.

sección cruzada, que presumiblemente son los que mejor representan la migración óptima de los recursos de I + D entre campos y el hallazgo de nuevos espacios, dan lugar a estimaciones de elasticidad mucho más cercanas a la unidad.

El supuesto de rendimientos decrecientes ya está contenido en la mayoría de los modelos de productividad y crecimiento de la productividad basados en la I + D. En tales modelos, con el stock de capital de conocimiento medido mediante la variable proxy del «stock» de gastos en I + D pasados acumulados, las elasticidades estimadas tienden a ser bastante pequeñas, del orden de 0,06 a 0,2 (por ejemplo, Mansfield 1984 y Griliches 1986). Esto, de paso, tampoco es tan diferente de las estimaciones de coeficientes de patentes e I + D basadas en series temporales de la Sección 9. Si la productividad es una medida del crecimiento del conocimiento y las patentes son un índice proxy, entonces no hay aquí ninguna paradoja después de todo. Esto es también lo que implica el gráfico n.º 10, que representa (en la escala logarítmica habitual) el índice (de nivel) de la productividad multifactores en el sector empresarial privado de la economía estadounidense (medido por el BLS) junto con una medida del «stock» total de solicitudes de patentes en los Estados Unidos, y el concepto paralelo del stock de gastos totales en I + D (ambos sobre la base de una tasa de depreciación del 15 por ciento). Obsérvese el notable paralelismo en el comportamiento de la serie de productividad y la serie del stock de patentes totales, y la tasa de crecimiento más

rápida, al menos durante la primera parte del período, de la serie del stock total de I + D. La relación sería más pobre para la variable de stock de patentes si sólo se contabilizaran las solicitudes domésticas de patentes; habría disminuido significativamente para mediados de los ochenta. Esto constituye un elemento de evidencia para mi punto de vista en el sentido de que el indicador relevante para medidas de cambio técnico son las patentes totales, no sólo las patentes domésticas.

En el pasado, cuando observaba tales gráficos pensaba que algo en las cifras de productividad no funcionaba bien. Pero sí creemos las cifras de patentes, quizá no funcionen tan mal después de todo. Por las razones discutidas anteriormente, no creo que para largos períodos de tiempo las cifras de patentes sean un índice imperfecto del output de la invención cuya relación con el subyacente «desplazamiento de fronteras» ha venido disminuyendo a lo largo del tiempo. Tendremos que aprender más, sin embargo, antes de que podamos estar seguros de tales inferencias. Así pues, las cifras de patentes nos dejan donde estábamos al comienzo, con un rompecabezas sugerente pero posiblemente engañoso.

12. COMENTARIOS FINALES

En esta panorámica he descrito una serie de estudios recientes, muchos de ellos estimulados por la creciente disponibilidad de ficheros de datos que procesan los computadores y bases de datos accesibles en pantalla, cuyo común denominador es la utilización de estadísticas de patentes para iluminar el proceso de innovación y cambio técnico. De este trabajo han surgido una serie de resultados importantes y también, como es corriente en el trabajo empírico, bastante frustración por nuestra incapacidad para responder realmente a las «grandes» cuestiones.

Entre los principales resultados se encuentra el descubrimiento de una fuerte relación entre las cifras de patentes y los gastos en I + D en la dimensión de sección cruzada, implicando que las patentes constituyen un buen indicador de las diferencias en la actividad inventora entre distintas empresas. Mientras que la propensión a patentar difiere significativamente entre industrias, la relación entre la I + D y las patentes es casi proporcional, especialmente para empresas por encima de un tamaño mínimo. Las pequeñas empresas reciben un número significativamente mayor de patentes por dólar gastado en I + D, pero esto se puede explicar por el hecho de que son un grupo muchos más selecto. Hay también una relación estadísticamente significativa entre la I + D y las patentes en la dimensión de series temporales dentro de la empresa, pero es más débil. La mayor parte del efecto es contemporáneo, implicando posiblemente también alguna causalidad en sentido contrario: la investigación con éxito que da lugar tanto a patentes como al compromiso de fondos adicionales para el desarrollo posterior de las ideas resultantes.

La implicación práctica de estos resultados es que en ausencia de datos detallados de I + D, los datos muchos más abundantes de patentes pueden ser utilizados como un indicador tanto del input como del output de la actividad inventora. Se debe tener cuidado, sin embargo, en no atribuir demasiada importancia a diferencias pequeñas o

incluso de cierto tamaño en las cifras de patentes, especialmente en la dimensión temporal. Los análisis de las respuestas a encuestas de los propietarios de las patentes, la modelización del esquema de renovación de las patentes en Europa, y los intentos de relacionar los valores de mercado y los cambios en las tasas de rendimiento en el mercado de valores, todos resultan en estimaciones muy altas de la varianza y la asimetría de la distribución de los valores de las patentes. Estos resultados, especialmente el alto grado de asimetría en esta distribución, nos llevan a implicaciones bastante pesimistas para la utilización de las cifras de patentes como indicadores de cambios a corto plazo del output de I + D.

A nivel agregado el resultado interesante es que la aparición de una caída en términos absolutos en la actividad inventora es en gran medida un espejismo estadístico, causado por un ciclo burocrático, no por un ciclo económico o tecnológico. La cuestión sobre las causas de la disminución relativa en las patentes, en relación al crecimiento de los gastos en I + D no la podemos responder de manera concluyente, aunque yo todavía mantengo alguna confianza en este asunto. Hay motivos para pensar que la relación entre el output de la invención y el número de patentes ha cambiado a lo largo del tiempo, que la vara de medir se encogió. Alguna evidencia sobre esto proviene de los datos sobre renovación de patentes que señalan una «calidad» media creciente de las patentes. Asimismo, las cifras de I + D pueden estar sobreestimando el crecimiento real del input de la actividad inventora. Además, no es obvio que se necesite un número creciente de inventos para sostener nuestras tasas actuales de crecimiento, o que nos debamos preocupar demasiado sobre la tasa creciente de inventos extranjeros. Es probable que nosotros seamos sus beneficiarios últimos.

A pesar de todas las dificultades, las estadísticas de patentes siguen siendo una fuente única para el análisis del proceso de cambio técnico. Ninguna otra cosa se le acerca en cuanto a la cantidad de datos disponibles, disponibilidad y el potencial detalle industrial, organizativo y tecnológico. Además, existen otras maneras de utilizarlas, aparte de simplemente contabilizar las patentes. Es posible usar la distribución de patentes de una empresa por campos para inferir su posición en el «espacio tecnológico» y utilizar esta información, a su vez, para estudiar cómo los resultados de la I + D se difunden de una empresa a otra, arrojando así también alguna luz sobre el proceso de rivalidad estratégica en el que la empresa se encuentra inmersa. Cuando se disponga de información sobre renovaciones de patentes en los Estados Unidos a nivel de empresa y de patentes individuales, seremos capaces de utilizarla junto con datos sobre citas de patentes para construir medidas más relevantes del «output» de la actividad inventora, «ponderadas por la calidad». Incluso sin ir tan lejos, los datos de patentes actualmente disponibles pueden usarse para estudiar diferencias entre empresas a largo plazo en cuanto a niveles de actividad inventora y como un sustituto de los datos de I + D cuando éstos no se encuentran disponibles con el detalle deseado. No deberíamos maldecir la oscuridad, sino continuar encendiendo velas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHILLADELIS, B.; SCHWARZKOPF, A., y CINES, M. (1987): «A Study of Innovation in the Pesticide Industry: Analysis of the Innovation Record of an Industrial Sector», *Research Policy*, 16(2-4), págs. 175-212.
- (1987): «The Dynamics of Technological Trajectories: The Case of the Chemical Industry». Unpublished paper, Science and Public Policy Program. U. Oklahoma.
- ACS, Z.J. y AUDRETSCH, D.B. (1987). «Innovation, Market Structure, and Firm Size», *Rev. Econ. Statist*, 69(4), págs. 567-74.
- (1989): «Patents as a Measure of Innovative Activity», *Kybllos*, 42(2), págs. 171-80.
- BAILY, MARTIN N. y CHARKRABARTI, A.K. (1988): *Innovation and the productivity crisis*. Washington. DC: Brookings Institution.
- BALDWIN, WILLIAM y SCOTT, JOHN T. (1987): *Market structure and technological change*. Chur and NY: Harwood Academic Publishers, cap. 1.
- BASBERG, B.L. (1982): «Technological Change in the Norwegian Whaling Industry: A Case Study of the Use of Patents Statistics as a Technology Indicator». *Research Policy*, 11(3), págs.163-71.
- (1987): «Patents and the Measurement of Technological Change: A Survey of the Literature». *Research Policy*, 16(2), págs. 131-41.
- BEN-ZION, URI (1984): «The R & D and Investment Decision and Its Relationship to the Firm's Market Value: Some Preliminary Results», en GRILICHES, págs. 299-312.
- BOSWORTH, DEREK L. (1978): «The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge -a (1986) Note». *J. Ind. Econ.*, Mar. 26(3), págs. 273-79. (1986) *Intellectual property rights*. Vol. 19. *Reviews of U.K. Statistical Sources*. Oxford: Pergamon Press for the Royal Statistical Society.
- BOSWORTH, DEREK y WESTAWAY, TONY: (1984). «The Influence of Demand and Supply Side Pressures on the Quantity and Quality of Inventive Activity». *Feb. Appl. Econ.*, 16(1), págs. 131-46.
- BOUND, JOHN ET AL. (1984): «Who Does R & D and Who Patents» en GRILICHES, págs. 21-54.
- BURNK, G.G. y DEMACK, G. (1987): «Short-run Trends in U.S. Patent Activity». *Scientometrics*, 12(1-2), págs. 111-33.
- CAMPBELL, R.S. y NIEVES, A.L (1979): «Technology Indicators Based on Patent Data: The Case of Catalytic Converters-Phase I Report: Design and Demonstration». Battelle, Pacific Northwest Laboratories. Sept.
- CARPENTER, M.P. y NARIN, F. (1983): «Validation Study: Patent Citations as Indicators of Science and Foreign Dependence», *World Patent Information*, 5(3), págs. 180-85.
- CARPENTER, M.P.; NARIN, F. y WOOLF, P. (1981): «Citation Rates to Technologically Important Patents», *World Patent Information*, 3(4), págs. 160-63.
- COCKBURN, IAIN M. (1989): «Appropriability and the Propensity to Patent: Some Empirical Results». Trabajo presentado en el NBER Productivity Program meeting. Diciembre.
- (1990): «Essays on the Analysis of Technical Change». Unpublished PhD thesis, Harvard U., Dept. of Economics.
- COCKBURN, IAIN y GRILICHES, ZVI (1988): «Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R & D and Patents». NBER Working Paper No. 2465, Diciembre 1987; Publicado de forma abreviada en *Amer. Econ. Rev.*, Mayo 78(2), págs. 419-23.
- COHEN, A. V. y IVINS, L.N. (1967): *The Sophistication factor in science expenditure*. Dept. of Education and Science, Science Policy Studies 1. London: Her Majesty's Stationery Office, págs. 1-53.
- COHEN, W.M. y LEVIN, R.C. (1989): «Empirical Studies of Innovation and Market Structure», in *Handbook of industrial organization*. Vol. II. Eds.: RICHARD SCHMALENSEE y ROBERT WILLIC, Amsterdam: North-Holland, págs. 1059-1107.
- COMANOR, WILLIAM y SCHERER, F.M. (1969): «Patent Statistic as a Measure of Technical Change», *J. Polit. Econ.*, Mayo/Junio 77(3), págs. 329-98.
- CUTLER, R.S. (1984): «A Study of Patents Resulting from NSF Chemistry Program». *World Patent Information*, 6(4), págs. 165-69.
- ENGLANDER, A.S.; EVENSON, R. y HANAZAKI, M. (1988): «R & D. Innovation and the Total Factor Productivity Slowdown». *OECD Econ. Stud.*, (11), págs. 8-42.
- EVENSON, ROBERT(1984): «International Invention: Implications for Technology Market Analysis», en GRILICHES, págs. 89-123.
- (1989): «Patent Data: Evidence for Declining R & D Potency». Trabajo presentado en OECD International Seminar on Science, Technology and Economic Growth. París.

- EVENSON, ROBERT y KISLEY, YOAV (1975): *Agricultural research and productivity*. New Haven: Yale U. Press, cap. 8.
- EVENSON, R.; KORTUM, S. y PUTNAM, J. (1988): «Estimating Patents by Industry Using the Yale-Canada Patent Concordance». Unpublished ms., Yale U.
- FAGERBERG, J.A. (1987): «A Technology Gap Approach to Why Growth Rates Differ», *Research Policy*, 16(2-4), págs. 87-99.
- (1989): «Innovation. Catching-Up and Productivity Growth». Trabajo presentado en OECD Seminar on Science, Junio. Technology, and Economic Growth, París.
- FAUST, K. y SCHEDL, H. (1983): «International Patent Data: Their utilization for the Analysis of Technological Developments», *World Patent Information*, 5(3), págs. 144-57.
- FREEMAN, CHRISTOPHER (1982): *The economics of industrial innovation*, 2nd ed., Cambridge: MIT Press.
- (1984): ed. *Long waves in the world economy*. London: Frances Pinter.
- GILFILLAN, S.C. (1935): «The Decline of the Patenting Rate, and Recommendations», *J. Patent Office Society*, 17, págs. 216-227.
- (1960): «An Attempt to Measure the Rise of American Inventing and the Decline of Patenting», *Tech. Cul.*, Summer, 7(3), págs. 201-14.
- GLISMANN, H.H. y HORN, E.J. (1988): «Comparative Invention Performance of Major Industrial Countries: Patterns and Explanations», *Management Science*, 34(10), págs. 1169-87.
- GRABOWSKI, H. y VERNON, J. (1983): «Studies on Drug Substitution, Patent Policy and Innovation in the Pharmaceutical Industry». Final Report for NSF Grant, Duke U.
- GRANGER, C.W.J. (1969): «Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods», *Econometrica*, Julio 37(3), págs. 424-38.
- GRILICHES, ZVI (1979): «Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth», *Bell J. Econ.*, Spring, 70(1), págs. 92-116.
- (1981): «Market Value, R & D and Patents», *Econ. Letters*, 7, págs. 183-87.
- (1984): ed. *R & D patents, and productivity*. Chicago: U. of Chicago Press.
- (1984): «R & D and Innovation: Some Empirical Findings: Comment», in GRILICHES, págs. 148-59.
- (1986): «Productivity. R & D and Basic Research at the Firm Level in the 1970's», *Amer. Econ. Rev.*, Marzo 76(1), págs. 141-54.
- (1987): «Appropriating the Returns from Industrial Research and Development: Comments and Discussion». *Brookings Pap. Econ. Act.*, págs. 824-29.
- (1988): «Productivity Puzzles and R & D. Another Nonexplanation», *J. Econ. Perspectives*. Fall, 2(4), págs. 9-21.
- (1989): «Patents: Recent Trends and Puzzles». *Brookings Pap. Econ. Act, Microeconomics*, págs. 291-330.
- GRILICHES, Z.; HALL, B.H. y PAKES, A. (1988): «R & D, Patents, and Market Value Revisited: Is There a Second (Technological Opportunity) Factor?» NBER Working Paper No. 2624, Junio. (También en *Economics of Innovation and New Technology*, 1990.
- GRILICHES, Z. y LICHTENBERG, FRANK (1984): «R & D and Productivity Growth at the Industry Level: Is There Still a Relationship?», en GRILICHES, págs. 465-96.
- GRILICHES, Z.; PAKES, ARIEL y HALL, BRONWYN, H. (1987): «The Value of Patents as Indicators of Inventive Activity», en *Economic policy and technological performance*. Eds.: PARTHA DASGUPTA y PAUL STONEMAN. Cambridge: Cambridge U. Press, págs. 97-124.
- HALL, B.H. (1988): «Fishing Out or Crowding Out: An Analysis of the Recent Decline in U.S. Patenting». Unpublished ms. U. of California, Berkeley.
- (1988): «Research and Development Investment and the Evolution of the U.S. Manufacturing Sector: Econometric Studies at the Firm Level». PhD thesis, Stanford U.
- HALL, B.H. ET. AL. (1988): «The R & D Master File», NBER Technical Paper No. 72.
- HALL, B.H.; GRILICHES, Z. y HAUSMAN, J.A. (1986): «Patents and R & D: Is There a Lag?». *Int. Econ. Rev.*, 27(2), págs. 265-83.
- HAUSMAN, JERRY A.; HALL, BRONWYN y GRILICHES, ZVI (1984): «Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R & D Relationship», *Econometrica*, Julio 52(4), págs. 909-38.
- HAYASHI, FUMIO e INOUE, TOHRU (1990): «The Relation between Firm Growth and Q with Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms». NBER Working Paper 3326. Abril.
- HIRSCHEY, M. (1982): «Inventive Output, Profitability and Economic Performance», Wisconsin Working Paper, No. 5-82-28. Octubre.

- HUFFMAN, W.E. y EVENSON, R. (1987): «U.S. Agricultural Research and Education: An Economic Perspective After a Century». Unpub. ms., cap. 6-8.
- JAFFE, ADAM (1983): «Using Patent Class Data to Measure Technological Proximity and Research Spillovers Among Firms». Unpublished ms., Harvard U.
- (1985): «Quantifying the Effects of Technological Opportunity and Research Spillovers in Industrial Innovation». PhD thesis, Harvard U., Dept. of Economics.
- (1986): «Technological Opportunity and Spillovers of R & D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value», *Amer. Econ. Rev.*, *Diciembre* 76(5), págs. 984-1001.
- (1988): «Demand and Supply Influences in R & D Intensity and Productivity Growth», *Rev. Econ. Statist.*, 70(3), págs. 431-37.
- (1989): «Real Effects of Academic Research», *Amer. Econ. Rev.*, *Diciembre* 79(5), págs. 957-70.
- JENSEN, E. (1987): «Research Expenditures and the Discovery of New Drugs», *J. Ind. Econ.*, 36(1), págs. 83-95.
- JOHANSSON, BENGT y LINDSTRÖM, CHRISTIAN (1971): «Firm Size and Inventive Activity». *Swedish J. Econ.*, *Diciembre* 73(4), págs. 427-42.
- KELLEY, ALLEN C. (1972): «Scale Economies Inventive Activity, and the Economics of American Population Growth», *Exploration Econ. Hist.*, 10(1), págs. 35-52.
- KITTI, CAROLE (1979): «Patent Invalidity Studies: A Survey», *IDEA, J. Law Tech.*, 20(1), págs. 55-76.
- KLEINKNECHT, A. (1982): «Patenting in the Netherlands: A Cross-Section Test of the Industry Life-Cycle». Unpub. paper. Paris: OECD/STIU.
- (1987): «Measuring R & D in Small Firms: How Much Are We Missing?». *J. Ind. Econ.*, 36(2), págs. 253-56.
- KLEINKNECHT, A. y VERSPAGEN, B. (1990): «Demand and Innovation: Schmookler Re-examined», *Research Policy*, 19(4), págs. 387-94.
- KORTUM, S. y PUTNAM, J. (1989): «Estimating Patents by Industry: Parts I and II». Artículos presentados en el National Bureau of Economic Research Conference on Patent Count and Patent Renewal Data. Agosto.
- KUNIK, S.J. (1960): «A patent Attorney Takes Issue», *Tech. Cul.*, *Verano* 7(3), págs. 221-27.
- KUZNETS, SIMON (1930): *Secular Movements in production and prices*. Boston: Houghton Mifflin, págs. 54-58.
- LANJOUW, J.O. (1989): «German Patent Renewal Data by Country/Industry Groups, 1953-1988: A First Look». Trabajo presentado en el National Bureau of Economic Research Conference on Patent Count and Patent Renewal Data. Agosto.
- LANJOUW, J.O. y SCHANKERMAN, M. (1989): «Patent Renewal Data for Germany and the U.K., 1880-1980: A First Glimpse». Trabajo presentado en el National Bureau of Economic Research Conference on Patent Count and Patent Renewal Data. Agosto.
- LEVIN, R.C. ET AL. (1987): «Approapriating the Returns from Industrial Research and Development», *Brookings Pap. Econ. Act.*, 3, págs. 783-820.
- LIEBERMAN, M.B. (1987): «Patents, Learning by Doing, and Market Structure in the Chemical Processing Industries», *Int. J. Ind. Organ.*, 5(3), págs. 257-350.
- MANCHUSO, S.E.; MASUCK, M.P. y WOODROW, E.C. (1987): «Analysis of Patent Expiration for Failure to Pay Maintenance Fees». Unpub. ms., Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA.
- MANSFIELD, EDWIN (1984): «R & D and Innovation: Some Empirical Findings», in GRILICHES, págs. 127-48.
- (1986): «Patents and Innovation: An Empirical Study», *Management and Science*, 32(2), págs. 173-81.
- MERTON, ROBERT K. (1935): «Fluctuations in the Rate of Industrial Invention», *Quart. J. Econ.*, 49 (3), págs. 454-74.
- MINNE, B. y NOORDMAN, H.G.A. (1983): «Technological Progress and Patent Applications in the Netherlands», *World Patent Information*, 5(3), págs. 158-69.
- MOWERY, DAVID C. (1983): «Industrial Research and Firm Size. Survival and Growth in American Manufacturing, 1921-1946: An Assessment», *J. Econ. Histo.*, *Diciembre* 43(4), págs. 953-80.
- MUELLER, DENNIS (1966): «Patents, Research and Development, and the Measurement of Inventive Activity», *J. Ind. Econ.*, *Noviembre* 15(1), págs. 26-37.
- NARIN, F., NOMA, E. y PERRY, R. (1987): «Patents as Indicators of Corporate Technological Strength», *Research Policy*, 16(2), págs. 143-55.
- NARIN, F. y OLIVASTRO, D. (1988): «Technology Indicators Based on Patents and Patent Citations»,

- in *Handbook of quantitative studies of science and technology*. Ed: A.F.J. VAN RAAN. The Netherlands: Elsevier Science Pub. B.V., págs. 465-507.
- NATIONAL SCIENCE BOARD (1987): *Science and engineering indicators, 1987*. NSB87-1. Washington, DC: U.S. GPO.
- NELSON, R.R. (1962): ed. *The rate and direction of inventive activity*. Princeton, NJ: Princeton U. Press for the NBER.
- NORDHAUS, WILLIAM (1979): «An Economic Theory of Technological Change», *Amer. Econ. Rev.* Mayo 59(2), págs. 18-28.
- (1972): «The Recent Productivity Slowdown», *Brookings Pap. Econ. Act*, 3, págs. 493-536.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT, U.S. CONGRESS (1986): *Research funding as an investment: Can we measure the returns?*, Washington, DC: OTA-TM-SET-36.
- OTAF (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT AND FORECAST) (1985): «Review and Assessment of the OTAF Concordance Between the U.S. Patent Classification and the Standard Industrial Classification Systems: Final Report». Unpublished ms, Patent and Trademark Office, U.S. Dept. of Commerce, Washington, DC.
- PAKES, ARIEL (1985): «On Patents, R & D, and the Stock Market Rate of Return», *J. Polit. Econ.*, 93(2), págs. 390-409.
- (1986): «Patents as Options: Some Estimates of the Value of Holding European Patent Stocks», *Econometrica*, 54(4), págs. 755-84.
- PAKES, ARIEL y GRILICHES, ZVI (1984): «Patents and R & D at the Firm Level: A First Look», in GRILICHES, págs. 55-72.
- PAKES, ARIEL y SCHANKERMAN, MARK (1984): «The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources», in GRILICHES. págs. 73-88.
- PAKES, ARIEL y SIMPSON, M. (1989): «Patent Renewal Data», *Brookings Pap. Econ. Act: Microeconomics*, págs. 331-410.
- PAPACHRISTODOULOU, C. (1987): «Inventions, Innovations and Economic Growth in Sweden: An Appraisal of the Schumpeterian Theory», PhD thesis. Uppsala U., 1986. Acta Universitatis Upsaliensis: Studia Oeconomica Upsaliensia, Stockholm. Sweden: Almqvist & Wiksell International (Printed edition of doctoral dissertation).
- PAVITT, KEITH (1978): «Using Patent Statistics in Science Indicators: Possibilities and Problems», en NSF, *the meaning of patent statistics*, págs. 63-104.
- (1982): «R & D. Patenting, and Innovative Activities: A Statistical Exploration», *Research Policy*, 11(1), págs. 33-51.
- (1985): «Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems», *Scientometrics*, 7(1-2), págs. 77-99.
- PAVITT, K. y PATEL, P. (1988): «The International Distribution of Determinants of Technological Activities», *Oxford Rev. Econ. Policy*, 4(4), págs. 35-55.
- PAVITT, K. y SOETE, LUC (1981): «International Differences in Economic Growth and the International Location of Innovation», en *Emerging technologies: Consequences for economic growth, structural change, and employment*. Ed.: HERBERT GIERSCHE. Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel, Tübingen: J.C.B. Mohr, págs. 105-44.
- (1980): «Innovative Activities and Export Shares: Some Comparisons between Industries and Countries», en *Technical innovation and British economic performance*. Ed.: KEITH PAVITT. London: Macmillan, págs. 38-66.
- ROSENBERG, NATHAN (1974): «Science, Invention, and Economic Growth», *Econ. J.* Marzo 84(333), págs. 90-108.
- ROSSMAN, J. y SANDERS, B.S. (1957): «The Patent Utilization Study», *Patent, Trademark, and Copyright J.*, Junio 7(1), págs. 74-111.
- SANDERS, B.S. (1962): «Speedy Entry of Patented Inventions into Commercial Use», *Patent, Trademark, and Copyright J. of Research and Education*, 6(1), págs. 87-116.
- (1964): «Patterns of Commercial Exploitation of Patented Inventions by Large and Small Corporations», *The Patent, Trademark and Copyright Journal of Research and Education*, Spring, 8, págs. 51-92.
- SANDERS, B.S.; ROSSMAN, J. y HARRIS, L.J. (1958): «The Economic Impact of Patents», *Patent, Trademark, and Copyright Journal*, 2(2), págs. 340-62.
- SCHANKERMAN, MARK (1989): «Measuring the Value of Patent Rights: Uses and Limitations». OECD International Semination Science, Technology, and Economic Growth, Paris. Junio (Forth-coming in OECD, *Science and Technology Indicators*).

- (1990): «The Private Value of Patent Rights in France 1969-87: An Empirical Study of Patent Renewal Data». Unpub. ms. Final Report to the NSF. Enero.
- SCHANKERMAN, MARK y PAKES, ARIEL (1985): The Rate of Obsolescence and the Distribution of Patent Values: Some Evidence from European Patent Renewals», *Revue Econ.*, 36(5), págs. 917-41.
- (1986): «Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries During the Post-1950 Period», *Econ. J.*, Diciembre 96(384), págs. 1052-76.
- SCHERER, F.M. (1965a): «Corporate Inventive Output, Profits, and Growth», *J. Polit. Econ.*, Junio 73(3), págs. 290-97.
- (1965b): «Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions», *Amer. Econ. Rev.*, Diciembre 55, págs. 1097-1125.
- (1982a): «The Office of Technology Assessment and Forecast Industry Concordance as a Means of Identifying Industry Technology Origins», *World Patent Information*, 4(1), págs. 12-17.
- (1982b): «Demand-Pull and Technological Invention: Schmookler Revisited», *J. Ind. Econ.*, Marzo 30(3), págs. 226-37.
- (1983): «The Propensity to Patent», *Int. J. Ind. Organ.*, 1, págs. 107-28.
- (1984a): «Using Linked Patent and R & D Data to Measure Interindustry Technology Flows», en GRILICHES, págs. 417-61.
- (1984b): *Innovation and growth: Schumpeterian perspectives*. Cambridge: MIT Press.
- (1986): «The World Productivity Growth Slump», in *Organizing industrial development*. Ed.: ROLF WOLFF. Berlin: Walter de Gruyter, págs. 15-28.
- SCHERER, F.M. ET AL (1959): *Patents and the corporation*. 2nd ed. Boston, James Galvin & Assoc.
- SCHMOOKLER, JACOB (1951): «Invention and Economic Development». Unpub. Ph.D. Dissertation, U. of Pennsylvania.
- (1954): «The Level of Inventive Activity», *Rev. Econ. Statist*, Mayo 36(2), págs. 183-90.
- (1957): «Inventors Past and Present», *Rev. Econ. Statist*, Agosto 39(3), págs. 321-33.
- (1960): «An Economist Takes Issue», *Tech. Culi*, 1(3), págs. 214-20.
- (1966): *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard U. Press.
- (1972): *Patents, invention, and economic change*. Eds.: ZVI GRILICHES y LEONID HURWICZ. Cambridge: Harvard U. Press.
- SIRRILLI, G. (1987): «Patents and Inventors: An Empirical Study», *Research Policy*, 16(2-4), págs. 157-74.
- SLAMA, JIRI (1987): *One century of technical progress based on an analysis of German patent statistics*. Luxembourg: Commission of the European Communities. EUR 11044en.
- SMITH, DANIEL W. (1988): «Will Producing More Scientists and Engineers Produce a More Innovative America?». Sin publicar, Center for Technology and Policy, Boston U.
- SOETE, LUC (1983): «Comments on the OTAF Concordance between the US SIC and the US Patent Classification». mimeo. SPRU, U. of Sussex. Noviembre.
- (1987): «The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: The Evidence Reconsidered», *Research Policy*, 16(2-4), págs. 101-30.
- SOETE, LUC ET AL. (1989): «Recent Comparative Trends in Technology Indicators on the OECD Area». Paper presented at the International Seminar on Science, Technology, and Economic Growth. OECD. París. Junio.
- SOKOLOFF, K.L. (1988): «Inventive Activity in Early Industrial America: Evidence from Patent Records, 1790-1846», *J. Econ. Hist*, 48(4), págs. 813-50.
- SOKOLOFF, K.L. y KHAN, B.Z. (1989): «The Democratization of Invention During Early Industrialization: Evidence from the U.S., 1790-1846», NBER HWP 10.
- SRI INTERNATIONAL. (1985): *NSF engineering programa patent study*. Menlo Park, CA. Septiembre.
- STAFFORD, A.B. (1952): «Is the Rate of Invention Declining?», *Amer. J. Soc*, 57(6), págs. 539-45.
- STATISTICS CANADA (1986): «Canadian Patent Trends, 1984», Science, Technology, and Capital Stock Division Working Paper, Ottawa.
- STONEMAN, P. (1979): «Patenting Activity: A Re-evaluation of the Influence of Demand Pressures», *J. Ind. Econ.*, Junio 27(4), págs. 385-101.
- (1987): «Comment on Hall et al.» in *Proceedings of the conference on quantitative studies of R & D in industry*. Ed.: J. MAIRESSE. París: ENSAE, Vol. 2, págs. 469-76.
- SVEIKAUSKAS, L. (1988): «Productivity Growth and the Depletion of Technological Opportunities», *J. Productivity Analysis*.

- TAYLOR, C.T. y SILBERSTON, Z.A. (1973): *The economic impact of the patent system: A study of the British Experience*. Monograph 23. Cambridge: Cambridge U. Press.
- TRAJTENBERG, M. (1990): «A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations», *Rand J. Econ.*, Spring, 21(1).
- UNO, KIMIO (1987): *Japanese industrial performance*. Amsterdam: North-Holland, cap. 17.
- U.S. BUREAU OF THE CENSUS (1981): *1977 enterprise statistics*. General Report on Industrial Organization, ES77-1, U.S. Govt. Printing Office, Washington, DC: U.S. GPO.
- U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE (1977): *Technology assessment and forecast*. 7th Report, U.S. Dept. of Commerce, Washington, DC. Marzo.
- (1989): «All Technologies Report 1963-1988». Office of Document Information, Washington, DC. Abril.
- WALSH, VIVEN (1984): «Invention and Innovation in the Chemical Industry: Demand Pull or Discovery Push?». *Research Policy*, 13(4), págs. 211-34.
- WILDASIN, DAVID E. (1984): «The q Theory of Investment with Many Capital Goods», *Amer. Econ. Rev.*, Diciembre 74(1), págs. 203-10.
- WYATT, GEOFFREY (1986): *The economics of inventions*. NY: St. Martin's Press.