

# CONTRIBUCIÓN Á MODELIZACIÓN DO SISTEMA CIENTÍFICO E TÉCNICO<sup>1</sup>

BERNARD HAUDEVILLE

Universidade do Maine  
(Le Mans, Francia)

## 1. INTRODUCCIÓN

É inútil insistir na importancia da tecnoloxía e da innovación para a competitividade das diferentes economías nacionais. Un mellor coñecemento das diferentes relacións existentes entre as variables do sistema científico e técnico e entre estas variables e o resto da economía, pode aportar unha información valiosa para o funcionamento do sistema e os medios para melloralo. É por iso que este conxunto de cuestións constitúe unha parte importante e, sen dúbida, crecente da investigación económica.

Nesta presentación comezarse por describi-las principais relacións do sistema científico e técnico e, posteriormente, nunha segunda parte, presentaranse algúns resultados concernentes a unha das devanditas relacións.

## 2. AS PRINCIPAIS RELACIÓNS

Ó principio as empresas dedican un conxunto de medios para desenvolver novos coñecementos que teñen un valor económico. Estes novos coñecementos permítenlles mellora-la súa produtividade ou crear novos mercados e, en consecuencia, mellora-los seus resultados económicos.

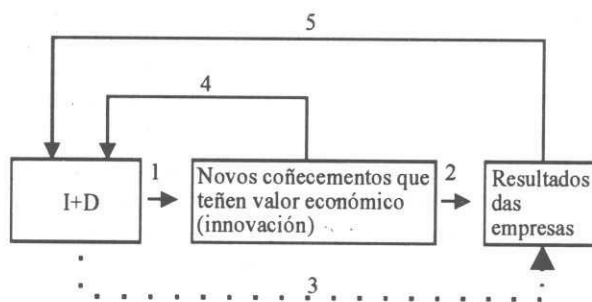
Sen embargo, como ben mostrou N. Rosenbert, non hai unha relación unívoca que vaia do coñecemento científico cara as aplicacións, senón que a mesma relación arrastra as aplicacións cara ó coñecemento. Iso pode sinalarse pola existencia dunha retroacción das aplicacións cara o coñecemento.

Por último, a cantidade de recursos que as firmas poden empregar nas súas accións de I+D depende, evidentemente, entre outras cousas, dos seus resultados económicos. Esta relación non é, sen dúbida, estricta no curto prazo, pero faise cada vez máis apremiante a medida que o horizonte se afasta.

A longo prazo, os factores esóxenos perden importancia na determinación do I+D e isto permite dar ó sistema un carácter pechado no sentido da modelización.

Deste xeito, debería se posible efectuar simulacións no marco deste sistema e, mediante a introducción dos desfazamentos necesarios facer aparecer de xeito dinámico as traxectorias correspondentes ós diferentes escenarios.

Tal é o obxectivo último das investigacións emprendidas por nós neste campo, dos que algúns resultados preliminares se dan na segunda parte deste artigo.



A variable "novos coñecementos con valor económico" que se pode asimilar á innovación desempeña un papel central como mostra o esquema anterior. A devandita variable presenta

o grave inconveniente de ser particularmente difícil de medir. Sábese que as posibles medidas son ó tempo pouco precisas e indirectas. Este é, en concreto, o caso da medición por medio das patentes, tal e como sinalou J. Schmookler en 1966<sup>2</sup>. Sobre este punto nós a penas progresamos desde aquela. Isto é debido a que un certo número de autores se dedicaron directamente a estudar as relacións entre gastos de I+D e resultados económicos, que son dúas variables medibles de forma bastante satisfactoria, provocando así o estancamento sobre a variable innovación. Esta é a relación [3] do esquema anterior. Esta relación foi obxecto dun número considerable de estudos no pasado recente, o que fixo que se concentrara a atención sobre ela. Diferentes aproximacións e métodos foron empregados e aplicados a uns campos de investigación extremadamente variados. Agora ben, é esta relación a que hoxe en día é cada vez máis cuestionada.

Un artigo recente de Soete e Patel<sup>3</sup> revisa as principais dificultades metodolóxicas ligadas á definición das variables empregadas ou á especificación das relacións. Ás atinadas observacións de Soete e Patel cremos que convén engadir un elemento suplementario que é que a relación [3] mestura dous problemas de natureza fundamentalmente diferente, como aparece de maneira clara no esquema. En efecto, a relación [1] pode ser interpretada como unha función de produción de coñecemento que depende, principalmente, do nivel de cualificación dos investigadores, da súa imaxinación e da súa aptitude para explorar novos campos. A relación [2] mide, pola súa parte, a capacidade de valorar as innovacións no mercado. A devandita relación é de natureza exclusivamente económica e pon sobre todo en cuestión a acción comercial. É evidente que pode ser rendible nunha das relacións e non na outra. Unha economía ou unha empresa pode ser moi eficaz na produción de novos coñecementos con valor económico, e estar moi pouco capacitada para sacar partido diso no mercado. Pola contra, unha economía ou unha empresa pouco eficaz na produción de novos coñecementos, pode destacar na valorización das innovacións doutros. A comparación entre os Estados Unidos e Xapón ilustra ben este problema, mostrando tamén a necesidade de disociar ben ámbolos dous dominios se se

queren localizar correctamente os puntos fortes ou as debilidades dunha empresa ou dunha economía. Por este feito, a relación [3] non mostra xa ningunha utilidade.

A consecuencia evidente para o noso campo de estudo e que cómpre volver sobre as relacións [1] e [2]. A continuación deste texto preséntase un ensaio de avaliación da relación [1] coa axuda de datos transversais referentes a unha mostra dos principais países da OCDE. Sobre as relacións [1] e [2], dispónse dun conxunto de resultados moito menos numerosos que sobre a relación [3], pero non menos variados e interesantes.

Polo que respecta á valoración da innovación e sen pretender ser exhaustivos, pódense citar os traballos de Pakes e Schankerman, de Mansfield ou de Griliches.

Pakes e Schankerman esforzáronse en medir o valor económico das patentes a partir dos custos de renovación para os Estados Unidos e Francia. Os resultados ós que chegan mostran que o valor das patentes se distribúe de forma extremadamente asimétrica: un pequeno número de patentes teñen un valor importante e a maior parte das restantes carecen practicamente del. No caso de Francia<sup>4</sup>, o valor medio dunha patente a prezos de 1975 sería de 5.000 F e as tres cuartas partes das patentes terían un valor inferior a 47.000 F.

Esta análise, a pesar do interese e o rigor do métodos, móstranos, non obstante, un problema de lóxica, na medida na que sería necesario explicar por que as empresas gastan cada ano decenas de miles de millóns de FF para unhas innovacións que teñen como valor medio 5.000 F. É certo que a patente está lonxe de capturar a totalidade da innovación e que o innovador é, naturalmente, incitado a sobreestimar o valor da súa innovación, pero a desproporción entre as cifras é tal que nos parece que suscita algún problema.

Mansfield et alii tentaron medir a rendibilidade económica dunha mostra de 17 innovacións para o innovador e para a colectividade<sup>5</sup> a un tempo. Esta é outra forma de proceder, por enquisa directa ás empresas, a fin de avaliar o que aporta unha innovación.

Z. Griliches, pola súa banda, explorou outra vía buscando medir o impacto de obtención dunha patente sobre o valor bolsista da

firma a partir dunha mostra de empresas<sup>6</sup> e concluíu que unha patente aumenta este valor bolsista 20.000 dólares USA como medida.

No que atinxe á relación [1] pódense citar os traballos de Scherer (1965 e 1983), Griliches (1984), Pakes e Griliches (1984) e Archibugi, Cesaratto e Sirilli (1987), que comparan directamente os gastos de I+D e as patentes, e Patel e Pavitt (1989) que analizan mediante un indicador de especialización "a vantaxe tecnolóxica revelada"<sup>7</sup> cunha utilidade que non nos pareceu evidente. Os resultados mostrados a continuación afectan á relación directa dos gastos de I+D e dos rexistros de patentes.

### 3. I+D E REXISTROS DE PATENTES NOS ESTADOS UNIDOS

Na medida en que as regras de atribución poden diferir dun país a outro, pareceu preferible referirse ó mesmo sistema, neste caso o dos Estados Unidos. Esta elección está, por outra parte, xustificada polo feito de que os Estados Unidos representan o mercado máis grande do mundo para os produtos innovadores. Pola contra, non tódolos países teñen por forza o mesmo interese en protexerse no mercado americano. En particular, aqueles que manteñen un comercio cativo cos Estados Unidos, e para os que o mercado americano é dunha importancia secundaria, protéxense menos cós países que teñen un comercio importante e para os que o mercado americano resulta esencial. As situacións respectivas do Xapón e de Francia, por exemplo, poden ilustrar este punto.

Por outra parte, sábese que as pequenas firmas, elixidas todas iguais, poden ter máis dificultade en asumi-los elevados custos de rexistros de patentes, sobre todo no estranxeiro, cás grandes firmas. Sen embargo, esta vía pode ser compensada aquí pola subestimación dos gastos de I+D nas PME resultantes da aplicación das disposicións do manual de Frascati.

Na última parte do estudio esforzámonos por ter en conta 2 elementos: a importancia do mercado americano e o número das grandes empresas. Diferentes estudos anteriores de Soete e Wyatt, Patel e Pavitt e Basberg mostran que as estatísticas de patentes depositadas nos

Estados Unidos, poden aportar unha imaxe bastante fiel da realidade dos sistemas científicos e técnicos nacionais<sup>8</sup>. Os datos utilizados proveñen da Patent and Trademark Office (PTO), que non escapan, evidentemente, ó conxunto das críticas habituais respecto á súa actitude para proporcionar unha representación fiel da actividade innovadora.

Para as patentes tomámo-las cifras por data de rexistro, calculando a media para o período 1983-1986. O feito de considerar un período bastante longo permite elimina-las fluctuacións anuais. Tendo en conta a duración do período examinado, 1986 pareceunos se-lo último ano onde a clasificación por datas de rexistro podía ser exhaustiva. A elección da data de rexistro antes cá da data de concesión permite elimina-las fluctuacións debidas ó período de análise<sup>9</sup>. Ningunha das patentes concedidas en 1986 foron depositadas o mesmo ano. Algunhas o foron en 1982, outras en 1985.

De entre os países da OCDE tivemos en conta ós 16 que teñen unha actividade regular de rexistro de patentes nos Estados Unidos. Para o I+D utilizámo-las estatísticas da DSTI da OCDE. Estas estatísticas dan, por país, a suma de gastos de I+D das empresas, en moeda nacional ou en dólares americanos.

Nós tivemos en conta os datos en dólares USA de 1985 que obtivemos convertendo as moedas nacionais sobre a base da paridade dos poderes adquisitivos (PPA), o que nos permite elimina-los efectos das variacións erráticas dos tipos de cambio. Na medida en que o esforzo de I+D non ten uns efectos inmediatos, senón que existe un certo prazo para permitir emerxer á innovación, é a media dos gastos de I+D dos anos 1981 a 1984 a que se tomou en consideración. Introduciuse, pois, unha diferenciación media de 2 anos, non moi diferente ás utilizadas por Scherer ou Pavitt.

#### 3.1. CONXUNTO DOS SECTORES

Dividindo o número de patentes polo gasto nacional en I+D, obtéñese o número de patentes recibidas nos Estados Unidos por cada millón de dólares de I+D.

Como mostra o Cadro I, estas cifran van de 0'134 para España a 0'773 para Suíza.

Xapón non alcanza máis que o terceiro lugar, por detrás de Suíza e Australia. Alemaña, Austria e os Países Escandinavos, agás Noruega, teñen as taxas máis elevadas en Europa.

As relacións entre os gastos en I+D das empresas e o número de patentes obtidas nos Estados Unidos, foron obxecto dunha primeira exploración de estatísticas. A priori, os resultados son mellores do previsto, se temos en conta as reservas formuladas. Pero se as dúas variables parecen moi relacionadas entre elas, pode ser interesante conseguir efectos de escala ou de rendementos non proporcionais. En favor da tese de rendementos proporcionais, pódese avanzar que a regresión lineal simple non é mala, e que os tests non contradín a existencia dunha elasticidade unitaria (regresión 2).

$$(1) \quad \text{PUSA} = 0.538 \text{ ID} - 343.77 \quad R^2 = 0.923 \\ (12'96) \quad (1'22) \quad F = 168$$

sendo:

PUSA: número de patentes depositadas nos Estados Unidos de 1983 a 1986 expresado como media anual.

ID: Gastos en I+D das empresas desde 1981 a 1984 en dólares de 1985 ó tipo de cambio resultante da PPA, media anual.

Os coeficientes de Student figuran baixo os coeficientes de regresión.

$$(2) \quad \text{Log. PUSA} = 1.029 \text{ log. ID} - 1.19 \quad R^2 = 0.89 \\ (10'67) \quad (1'63) \quad F = 113.9$$

Para descubri-la existencia de eventuais rendementos non proporcionais, utilizamos, seguindo o método empregado por Scherer e Griliches, o termo de segundo grao de I+D<sup>10</sup>.

Sen embargo, en razón das fortes colinearidades existentes entre as potencias de I+D ( $R=0.94$ ), non introducimos esta variable directamente senón despois dunha reformulación, de xeito que se poida reter como variable explicada PUSA/ID. Esta especificación foi utilizada sen termo constante e con termo constante para a ecuación de PUSA.

Esta última serie de tests confirma a hipótese de rendementos proporcionais que aparece nesta fase como a máis verosímil.

O feito de considera-lo conxunto de sectores pode tamén enmascara-los fenómenos na medida en que é posible que certas actividades teñan rendementos constantes e outras non. Pódese tamén interesarse por un sector soamente, o que ten a vantaxe de asegurar unha homoxeneidade da actividade a través dos diferentes países. Isto é o que fixemos coa industria farmacéutica na etapa seguinte.

### 3.2. INDUSTRIA FARMACÉUTICA

A elección da industria farmacéutica fíxose por dúas consideracións. En primeiro lugar, representa unha actividade ben definida e doada de identificar na que hai unha grande homoxeneidade das condicións de produción, pero tamén de investigación e innovación en tódolos países. Diso resulta que o contido da I+D será moi próximo, sexa cal sexa o país considerado. Ademais, na medida en que a imitación é xeralmente bastante doada, a protección por patentes é o modo predominantemente empregado polas empresas. Isto elimina as desviacións que poden provir do carácter máis ou menos atractivo das patentes segundo a natureza das actividades. A cobertura da innovación polas patentes é uniformemente boa neste caso.

En segundo lugar, a atribución de patentes á clase de actividade considerada, é relativamente non ambigua. Utilizámo-las estatísticas sectorializadas da OTAF resultantes da operación Concordance<sup>11</sup>. Sábese que esta operación, comezada en 1973, permitiu atribuír cada unha das 100.000 clases de patentes a unha ou varias categorías da nomenclatura industrial (SIC). Pero as regras de atribución non son sempre unívocas e certas clases foron atribuídas a varios sectores da SIC. Este é o caso, por exemplo, das patentes sobre os motores de combustión interna que poden ser asignados á construción de automóbiles (SIC 317) ou á aeronáutica (SIC 372). Agora ben, estes casos de atribucións múltiples reveláronse como unha importante fonte de erros<sup>12</sup>. A industria farmacéutica parécenos que escapa a este problema na medida en que as patentes referidas ás innovacións susten-

CADRO I			
GASTOS DE I+D DAS EMPRESAS E PATENTES OBTIDAS NOS ESTADOS UNIDOS			
POR DATA DE REXISTRO			
PAÍSES	PATENTES USA Media anual 83-86	I+D 1981-1984 M de \$ 1985 PPA Media anual	Nº de patentes por M. de dólares USA de I+D
Xapón	12.283	20.154	0'609
RFA	6.046	13.044 <sup>1</sup>	0'463
Reino Unido	2.163	8.498 <sup>1</sup>	0'254
Francia	2.146	1.397 <sup>4</sup>	0'286
Suiza	1.080	2.288	0'773
Canadá	1.198	1.722 <sup>1</sup>	0'523
Suecia	736	1.727	0'427
Italia	879	3.127	0'281
Holanda	678	1.617	0'419
Bélxica	236	1.132 <sup>1</sup>	0'208
Austria	285	508 <sup>2</sup>	0'561
Australia	326	523 <sup>3</sup>	0'623
Dinamarca	151	354 <sup>1</sup>	0'426
Finlandia	192	410 <sup>1</sup>	0'468
Noruega	89	403	0'220
España	87	648	0'134

<sup>1</sup> Media dos anos 1981-83-85.  
<sup>2</sup> Media de 1981 e 1985.  
<sup>3</sup> Media de 1981 e 1984.  
<sup>4</sup> 1981.

tadas en produtos que teñan propiedades terapéuticas, poden ser atribuídas de forma non equívoca a esta industria. Ademais, o campo cuberto polas estatísticas da OCDE utilizadas para I+D (produtos farmacéuticos) correspóndese perfectamente coa posición 283 da SIC americana. O Cadro II indica para cada país o

gasto medio de I+D en millóns de dólares 85 (PPA) para o período 1981-84 e o número medio de patentes americanas obtidas no período 1983-86. Para dous países, Holanda e Alemaña Federal, a actividade farmacéutica non está individualizada ó nivel da I+D, o que reduciu a nosa mostra a 14 países.



CADRO II			
SECTOR INDUSTRIA FARMACÉUTICA			
PAÍSES	PATENTES USA Media anual 83-86 ("full counts")	I+D - M. de dólares 85 PPA - 1981-1984 (media anual)	Nº de patentes por M. de dólares USA de I+D
Xapón	351'25	1.211'75	0'289
RFA	—	— <sup>2</sup>	
Reino Unido	159'25	694'25 <sup>4</sup>	0'229
Francia	116'75	483'75	0'241
Suíza	63'25	593'40 <sup>3</sup>	0'106
Canadá	27'25	53'80	0'506
Suecia	17'25	108'30 <sup>4</sup>	0'159
Italia	72'00	389'75	0'184
Holanda	—	— <sup>2</sup>	
Bélxica	15'50	87'40 <sup>4</sup>	0'177
Austria	7'00	22'30 <sup>5</sup>	0'313
Australia	7'25	21'45 <sup>3</sup>	0'337
Dinamarca	10'25	43'00 <sup>4</sup>	0'238
Finlandia	7'50	24'10 <sup>4</sup>	0'311
Noruega	2'00	7'95	0'251
España	7'00	61'46	0'113

<sup>1</sup> Media dos anos 1981 e 1984.  
<sup>2</sup> Cifras non proporcionadas por Alemania e Holanda.  
<sup>3</sup> 1981.  
<sup>4</sup> Media 1981, 1983.  
<sup>5</sup> Media 1982-1984.

A última columna do Cadro indica o número de patentes recibidas por millón de dólares gastado en I+D. Se se exceptúa a Canada dado que o seu mercado está case totalmente integrado no dos Estados Unidos, os restantes países teñen uns resultados bastante próximos, que van desde 0'106 para Suíza a 0'337 para Australia.

Un axuste lineal simple deu o seguinte resultado:

$$(5) \quad PUSAF = 0'255 \text{ IDF} - 7'60 \quad R^2 = 0'914 \\ (11'32) \quad (0'76) \quad F = 128'1$$

onde PUSAF mide o número de patentes concedidas no sector farmacéutico (SIC 283) e IDF o gasto en I+D da industria farmacéutica en dólares USA de 1985 sobre a base da paridade dos poderes adquisitivos. Unha variable discreta introducida para Canada non deu bos resultados. A formulación de elasticidade constante da un

valor lixeiramente inferior a 1, pero non significativamente diferente, deixando a posibilidade de rendementos constantes no proceso de investigación e innovación.

$$(6) \quad \text{Log PUSAF} = 0'908 \log \text{IDF} - 1'058 \quad R^2=0'926 \\ (12'286) \quad (2'94) \quad F = 150'9$$

Co cadrado de IDF, obtémo-los mesmos efectos que anteriormente para o conxunto dos sectores. Parece, xa que logo, non haber influencia do termo de segundo grao da I+D; por conseguinte, é admisible que o crecemento do número de patentes siga ó do gasto en I+D. Como para o conxunto dos sectores, as especificacións tomadas dominan claramente o modelo logístico baixo a súa forma simplificada  $\text{Log } y = a - b/x$ , o que tende a mostrar que non hai fenómeno de límite no ámbito da actividade de rexistro de patentes. Isto non resulta a priori sorprendente para as re-gresións que comprenden o conxunto dos sectores de actividade, o que non era evidente para a industria farmacéutica considerada de maneira illada.

### 3.3. ATRACCIÓN DO MERCADO AMERICANO E INCIDENCIA DAS GRANDES EMPRESAS

Como xa foi indicado con anterioridade, o interese da protección mediante unha patente é tanto maior canto a firma estea máis presente no mercado americano. O volume das aportacións ós Estados Unidos pode dar unha indicación da importancia do mercado americano. Nós utilizámo-los datos da OCDE referidos ás exportacións en dólares dos países considerados para o ano 1984. Así mesmo, será máis doado para as grandes empresas protexerse no estranxeiro que para as firmas pequenas ou medianas. Para medir este efecto, tomámo-lo número de empresas de cada país que figuran na clasificación das 500 firmas americanas máis grandes publicadas pola revista *Fortune* para o ano 1985. Esta clasificación dá unha imaxe do poder relativo das grandes firmas oligopolísticas pertencentes ós diferentes países considerados, das que se sabe que son á un tempo as máis presentes nos mercados exteriores e as máis multinacionalizadas, ó mesmo tempo que son as máis activas en materia tecnolóxica, aínda que este último punto sexa obxecto de apreciacións diverxentes<sup>13</sup>.

A comparación entre o número de firmas orixinarias do Reino Unido (18) e o das firmas de orixe italiano (10), para economías de tamaño practicamente equivalente, expresa ben as diferencias de estrutura que é necesario ter en conta neste punto. Conforme ó esperado, estas dúas variables, exportacións ós Estados Unidos e número de grandes firmas, están de maneira positiva correlacionadas con número de patentes recibidas nos Estados Unidos.

Nesta etapa exploratoria, en ausencia dun modelo teórico recoñecido, a elección foi dar un papel equivalente a cada unha das tres variables explicativas tomadas en consideración. Algunhas especificacións foron utilizadas en estudos anteriores referidos a temas afíns: lineal (Scherer 83), Semi-log (Scherer 65) ou log-log (Griliches 84, Pakes e Griliches 84). Nós optamos igualmente por unha formulación con elasticidade constante que presenta a vantaxe de ser doadamente interpretable.

$$P = A \text{ID}^\alpha X^\beta N^\gamma$$

$P =$  n° de patentes rexistradas nos Estados Unidos.  
 $I+D =$  gastos de I+D.  
 $X =$  exportacións destinadas ós Estados Unidos.  
 $N =$  n° de firmas clasificadas entre as 500 primeiras firmas de *Fortune*.

O modelo pode aínda interpretarse como unha contribución simultánea de I+D e das outras dúas variables. Foi contrastado, primeiro, baixo forma logarítmica para o conxunto dos sectores e despois só para a industria farmacéutica.

$$(9) \quad \text{Log PUSA} = 0'978 \log \text{ID} + 0'324 \log \text{ES} - 0'262 \log N - 2'854 \\ (4'33) \quad (1'88) \quad (0'91) \\ R^2 = 0'91 \\ F = 43'38$$

$$(10) \quad \text{Log PUSAF} = 0'552 \log \text{IDF} + 0'194 \text{EF} + 0'359 \log N - 0'932 \\ (4'19) \quad (6'32) \quad (2'67) \quad (3'75) \\ R^2 = 0'977 \\ F = 144,22$$

sendo EUSA as exportacións destinadas ós Estados Unidos e EF a exportación de produtos farmacéuticos cara ós Estados Unidos.

Na ecuación (9) só está, de feito significativo, o nivel habitual, o coeficiente de log ID. A ganancia con relación a ecuación (2) é, por tanto, case nula. Isto é particularmente evidente se se refire á estatística de Fisher. A dificultade provén, probablemente, entre outras, da ausencia de homotecia das estruturas productivas, ou se se prefire, da desigual importancia das diferentes actividades nos países considerados. Na medida en que as industrias non teñen a mesma "propensión a obter patentes", como subliñou Scherer desde 1965<sup>14</sup>, non pode haber unha relación ben establecida entre o esforzo en I+D e os resultados en forma de patente de xeito global. Sería diferente se se estudiaran os resultados dun país ó longo do tempo, en lugar de tomar un conxunto de países nun momento dado, posto que as estruturas de produción nun país se deforman só lentamente.

Pola contra, no ámbito dun só sector onde o problema precedente non se formula, os resultados son mellores, como mostra a ecuación (10). Obsérvase unha contribución positiva das exportacións e do número de grandes empresas. A principal diferenza coa ecuación (6) é a importante redución da elasticidade con referencia á I+D. Iso é netamente inferior á unidade o que expresa uns rendementos fortemente decrecentes do esforzo en I+D: o número de patentes obtidas nos Estados Unidos aumenta claramente menos rápido có gasto en I+D. O modelo lóxico, completado polas exportacións, e o número de grandes empresas revélanse igualmente compatibles cos datos, aínda que con peores resultados que o modelo con elasticidades constantes.

(11)

$$\begin{aligned} \text{Log PUSAF} = & 0'742 - 11,349 \text{ 1/IDF} + 0'344 \text{ log EF} + \\ & (1'46) \quad (2'24) \quad (2'86) \\ & + 0'629 \text{ logN} \\ & (4'41) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0'924$$

$$F = 41'08$$

#### 4. CONCLUSIÓNS

O conxunto dos resultados precedentes mostra todo o interese por afondar no coñece-

mento das relacións entre esforzo en I+D e nos resultados baixo a forma de patentes. Este afondamento parécenos esencial para unha mellor comprensión do funcionamento do sistema científico e técnico. Incidentalmente, pódese xa anticipar que estas relacións serán mellores no ámbito sectorial que no ámbito macroeconómico, sobre todo en "cross-section".

Ó comparármolos valores das elasticidades por rendemento da I+D constatámos que a do conxunto dos sectores non é significativamente diferente da unidade, mentres que a da industria farmacéutica é netamente inferior. Esta desviación, bastante inesperada, induce a poñer o acento na orientación dos esforzos de investigación e, por conseguinte, na política científica e técnica no ámbito da firma ou da nación. En efecto, non hai imposibilidade lóxica para que os rendementos sexan decrecentes en cada actividade, senón de que xa non o sexan cando se pasa dunha actividade a outra. Aquí atópanse as ideas desenvolvidas por H. Ergas, en particular no ámbito das políticas científicas e as análises en termos de base tecnolóxica no marco da firma, e ata a aproximación en termos de grafos tecnolóxicos do GEST<sup>15</sup>.

Finalmente, para rematar non é inútil lembrar que estes resultados teñen esencialmente un carácter exploratorio e deben ser considerados con prudencia.

#### NOTAS

1. Seminario presentado na Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Economía Aplicada, o 13 de maio de 1992.
2. J. Schmookler: *Invention and Economic Growth*. Harvard University Press, 1966.
3. Soete et P. Patel: "L'évaluation des effets économiques de la technologie", *STI*, N° 4, Décembre, 1988, OCDE.
4. M. Schankerman et A. Pakes: "Valeur et obsolescence des brevets", *Revue Économique*, Septembre, 1985.
5. E. Mansfield, J. Rapoport, A. Roméo, S. Wagner, G. Beardsley: "Social and Private rate of return from industrial innovation", *QJE*, 1977.
6. Z. Griliches: "Market Value, R & D and Patents" in Griliches [ed.]: *R & D, Patents & Productivity*, NBER, 1984.



7. Patel et Pavitt: "Technological accumulation in France, what the patent statistics show", *Journées Européennes de l'AFSA*, Strasbourg, Mai 1989.
8. Soete et Wyatt: "The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator", *Scientometrics*, N° 1, 1983.  
Patel et Pavitt: "Technical accumulation in France, what the patent statistics show", *Journées européennes de l'AFSE*, Strasbourg, Mai 1989.  
B. Basberg: "Foreign patenting in the US as technological indicator: the case of Norway", *Research Policy*, 1983.
9. Estas duracións están entre 1 e 5 anos cunha notoria concentración en torno ós 2 anos, como mostran os resultados de Griliches, Pakes e Hall na obra: "Patents as indicators of inventive activity" in Dasguypta et Stoneman: *Economic Policy and technological performance*, Cambridge University Press, 1987.
10. F.M. Scherer: "The propensity to patent", *International Journal of Industrial Organisation*, N° 1, 1983.  
Griliches et alii: "Who does R & D and who patents?" in Griliches [ed.]: *R & D, patents and productivity*, NBER et Université de Chicago, 1984.
11. *Patenting trends in the United States, 1963-1988*, Office of Documentation Information, US Patent and Trademark Office, Washington, Juillet 89.
12. Cf: *Reviews and Assessment of the OTAF Concordance between the US Patent Classification and the Standart Industrial Classification Systems: Final Report*, PTO, Washington, Janvier 1985.
13. Sábese que a súa actividade en materia de I+D ou de innovacións non está forzosamente en relación co seu tamaño. Pero en datos brutos, se se considera cada firma como unha unidade, este aspecto non é relevante.
14. F.M. Scherer: *Firm size, market structure, opportunity and the output of patented inventions*, AER, 1965.
15. Para unha análise das alternativas tecnolóxicas da empresa, cf. O. Granstran et S. Sjolander: "Managing Innovation in Multitechnology Corporations", *Symposium Managing Innovation*

*tion in Large Complex Corporation*, INSEAD 1987.

Para a aproximación en termos de grafos tecnolóxicos, a referencia principal é *GEST Grappes technologiques: les nouvelles stratégies d'entreprise*, McGraw-Hill, Paris, 1986.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANGELMAN, R. (1988). *Evaluating a firm's product innovation performance: workshop on technology in corporate strategy*. Bruxelles: ELASR.
- ARCHIBUGI, D.; CESARATTO, S.; SIRILLI, G. (1987). "Innovation, R&D et dépôt de brevets: résultats de l'enquête sur la diffusion de l'innovation en Italie"; *STI*, N° 2. OCDE.
- BASBERG, B. (1983). "Foreign patenting in the US as technological indicator: the case of Norway", *Research Policy*.
- BASBERG, B. (1987). "Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature", *Research Policy*.
- CHESNAIS, F. (1986). "Science, technologie et compétitivité", *STI*, N° 1. OCDE.
- DASGUPTA, P. (1987). "The economic theory of technology policy: an introduction" in Dasgupta e Stoneman [ed.]: *Economic policy and technological performance*. Cambridge University Press.
- ERGAS, H. (1987). "Does technology policy matters?" en *Technology and Global Industry National Academy of Engineering*. Washington.
- ERGAS, H. (1987). "The importance of technology policy" en Dasgupta e Stonema: *Economic Policy and Technological Performance*. Cambridge University Press.
- EVENSON, R.E. (1984). "International invention: indications for technology market analysis" en *R & D, Patents and Productivity*, de Z. Griliches [ed.]. NBER et Université de Chicago.
- FREMAN, C. (1988). "Japan: a new national system of innovation" en *Technological change and theory*. Londres: Pinter.
- GEST. (1986). *Grappes technologiques: les nouvelles stratégies d'entreprise*. Paris: McGraw-Hill.
- GRILICHES, Z. et al. (1984). "Who does R&D and who patents" en Z Griliches [ed.]: *R&D, Patents and Productivity*. NBER e Université de Chicago.
- GRILICHES, Z.; PAKES, A.; HALL, B. (1987). "Patents as indicators of inventive activity" en Das-

- gupta e Stoneman: *Economics policy and technological performance*. Cambridge University Press.
- NARIN, F.; NOMA, E.; PERRY, R. (1987). "Patents as indicator of corporate technological strength", *Research Policy*.
- NARIN, F.; FRAME, JD. (1989). "The growth of japanese science and technology", *Science*, Août.
- NSF. (1989). *International science and technology data: update 1988*. Washington: GPO.
- OCDE. *La mesure des activités scientifiques et techniques*. Manuel de Frascati différentes éditions.
- OTAF. (1985). *Review and assessment of the OTAF CONCORDANCE between the US patent classification and the standard industrial classification systems: final report*. Washington: PTO.
- PAKES, A.; GRILICHES, Z. (1984). "Patents and R&D at the firm level: a first look" en *R &D, patents and productivity*. NBER.
- PAVITT, K. (1988). "Uses and abuses of patent statistics" en *Handbook of quantitative studies of science and technology*. Elsevier.
- ROSENBERG, N. (1982). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge University Press.
- SAHAL, D. (1985). *Patterns of technological innovation*. Addison Wesley.
- SHAKERMAN, M.; PAKES, A. (1985). "Valeur et obsolescence des brevets: une analyse des statistiques de renouvellement des brevets européens", *Revue Economique*, Septembre.
- SCHERER, F.M. (1963). *Firm size, market structure, opportunity and the output of patented invention*. AER.
- SCHERER, F.M. (1983). "The propensity to patent", *Harvard Business Review*.
- SCHMITT, R.W. (1985). "Successful corporate R&D", *Harvard Business Review*.
- SCHMOOKLER, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- SIRILLI, G. (1987). "Patents and inventors", *Research Policy*.
- SOETE, L.; PATEL, P. (1988). "L'évaluation des effets économiques de la technologie", *STI*, N° 4. OCDE.
- SOETE, L.; WYATT, S. (1983). "The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator", *Scientometrics*, N° 1.
- UTTERBACK, F. (1987). "Innovation and industrial evolution in manufacturing industries" en *Technology and global industry*, en B. Guile e H. Brooks [ed.]. Washington: National Academy of Engineering.