

RESUMEN DEL ARTÍCULO

¿Es importante la innovación en las pequeñas y medianas empresas? ¿De qué dependen sus estrategias de inversión en I+D? En este artículo respondemos a estas preguntas basándonos en nuevos datos obtenidos sobre una muestra de pymes catalanas. Explicamos cómo varía la intensidad de la I+D según sean la demanda, la oportunidad tecnológica y las condiciones de apropiabilidad en el sector industrial donde se halle la empresa; y presentamos las estrategias de desarrollo interno y adquisición externa de tecnología seguidas por las empresas más competitivas.

EXECUTIVE SUMMARY

How important is innovation in small and medium size firms? What do their R&D strategies depend on? In this article we answer these questions with new data from a sample of small and medium size Catalan firms. We explain how R&D intensity varies according to demand, technological opportunity and appropriability conditions of the industrial sector to which the firm belongs; and we present the in-house technology development and technology acquisition strategies followed by the most competitive firms.

La I+D en las pymes: Intensidad y estrategia

Anna Arbussà, Andrea Bikfalvi y Jaume Valls

Departamento
de Organización,
Gestión Empresarial
y Diseño de Producto
Universitat de Girona



jaume.valls@udg.es

1. Introducción

En este artículo se presentan los resultados del análisis de las estrategias de innovación de una muestra de pymes con resultados de “excelencia empresarial” de Cataluña. Los resultados aportan ideas y reflexiones, extrapolables, bajo nuestro punto de vista, a pymes de otras regiones, y de interés para académicos y empresarios.

Los datos que se utilizan proceden de un estudio¹ realizado por un equipo de trabajo conjunto de la Universitat de Girona (UdG) y la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), por encargo del Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM) de la Generalitat de Catalunya.

El estudio formaba parte de las actividades del CIDEM relativas al análisis del tejido industrial catalán, y orientadas a la obtención de propuestas para mejorar el diseño de políticas de promoción de la innovación en pymes, así como la eliminación de posibles barreras a la contratación externa de tecnología.

Este artículo utiliza los datos del estudio CIDEM para explicar algunas características relevantes de la I+D en las pymes. En primer lugar, explicamos por qué hay diferencias entre sectores industriales en cuanto a la intensidad de la investigación. Nuestro análisis sigue la propuesta de Cohen y Levin (1989) y estudia tres aspectos: a) la demanda; b) la oportunidad tecnológica, y c) las condiciones de apropiabilidad en un sector industrial como determinantes de la I+D. Las condiciones de apropiabilidad de la innovación influyen a su vez en las estrategias de I+D de las empresas, y son influidas por éstas. En la segunda parte, nos centramos en las estrategias de innovación de las empresas para explicar cómo en un mismo sector industrial hallamos empresas que desarrollan de forma interna la tecnología y empresas que externalizan una parte importante de su innovación. Hablamos de las posibles barreras a la contratación externa de I+D y seguimos el esquema propuesto por Cassiman y Veugelers (2000) para clasificar ésta. La externalización de la innovación se prevé cada vez más relevante para el éxito empresarial.

2. Muestra

Los datos para este estudio se obtuvieron a través de entrevistas con los responsables de innovación y/o directores generales de 59 pequeñas y medianas empresas² industriales en Cataluña. La muestra se obtuvo de forma ale-

atoria de entre las pymes industriales de mayor éxito, definido éste en el cumplimiento de los siguientes requisitos³:

- Crecimiento de la cifra de ventas: 6% anual mínimo (durante el período 1997 - 1999).
- Rentabilidad: 5 % anual mínimo (durante el período 1997 - 1999).

De entre la pymes que cumplían con los criterios de éxito expuestos, se restringió el análisis a aquellas empresas que, de acuerdo con los datos obtenidos en las entrevistas, eran innovadoras y contaban con una cifra de ventas mínima de 2,5 millones de euros en 1999.

Las entrevistas se llevaron a cabo durante el primer semestre de 2002, y se estructuraron de acuerdo con un cuestionario prediseñado basado en gran parte en indicadores propuestos en los manuales de referencia de la OCDE para el estudio de la I+D y de la innovación.⁴

La recogida de datos a través de entrevistas permitió obtener información sobre la realidad de la I+D en las pymes que, debido a su carácter menos estructurado en comparación con la I+D en grandes empresas, acostumbra a estar infravalorada en las encuestas oficiales.

3. La intensidad de la I+D: ¿Cuánto invertir en innovar?

La intensidad de la inversión en I+D que realiza una empresa viene en gran parte determinada por el sector industrial al que pertenece: en la tabla 1, se muestra cómo existe una relación clara entre la clasificación de los sectores industriales según intensidad tecnológica que establece la OCDE y los datos de la inversión en I+D que se han obtenido de las pymes de la muestra.

Tabla 1. **Inversión en I+D de las empresas de la muestra, agrupadas por sectores industriales e intensidad tecnológica sectorial**

| OCDE NIVEL DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA | SECTOR INDUSTRIAL | INVERSIÓN I+D (% SOBRE CIFRA DE VENTAS) |
|--------------------------------------|--|---|
| Bajo | Industrias de la alimentación, bebidas y tabaco | 0,9 |
| Bajo | Industria textil y de la confección | 1,0 |
| Bajo | Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados | 1,3 |
| Medio-bajo | Fabricación de material de transporte; metalurgia, fabricación de productos metálicos | 1,3 |
| Medio-bajo | Industrias de otros productos minerales no metálicos; industrias manufactureras diversas | 1,4 |
| Medio-bajo | Industria de la transformación del caucho y materias plásticas | 2,5 |
| Medio-alto | Industria de la construcción de maquinaria, equipo y material mecánico | 3,4 |
| Medio-alto | Industria química | 4,2 |
| Medio-alto | Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico | 5,8 |

Fuente: Elaboración propia a partir de F. Solé et al (2003)

¿A qué se deben estas diferencias entre sectores industriales? Seguimos el esquema de Cohen y Levin (1989) para resumir los tres aspectos que explican las diferencias en cuanto a intensidad de I+D entre sectores: a) la demanda, b) la oportunidad tecnológica y c) las condiciones de apropiabilidad en el sector.

La demanda

El crecimiento y el tamaño de los mercados son los que inducen a las empresas a invertir en investigación aplicada y en el desarrollo de nuevos productos⁵. Según esta idea, el conocimiento y la capacidad tecnológica que existen en una época determinada, son aplicables a ámbitos industriales diversos; los sectores industriales que utilizan estos conocimientos e invierten para aplicarlos en mejorar sus procesos de producción y sus productos, son aquellos cuyos mercados son grandes y en crecimiento. Ello es así, porque estos mercados suponen mayores probabilidades de rentabilizar la inversión en I+D.

Para contrastar empíricamente este enfoque, utilizamos datos sobre cifra de ventas y crecimiento de la cifra de ventas en los diferentes sectores⁶. Hemos cruzado estos datos con los datos sobre inversión en I+D de las pymes de la muestra. Los resultados se muestran en el gráfico 1. Puede observarse que existe relación entre el crecimiento de la demanda estimada por sectores y la inversión en I+D para aquellas empresas del ámbito de media-alta intensidad tecnológica. Es decir, las pymes que más han invertido en I+D durante el año 2001, se hallaban en sectores en expansión.

Oportunidad tecnológica

Frente a la demanda como determinante de la inversión en I+D por parte de las empresas (demand-pull), numerosos estudios argumentan que es en realidad la oportunidad tecnológica lo que más influye en las decisiones de I+D de las empresas (technology-push). Es decir, es el avance científico básico y aplicado al desarrollo tecnológico de cada industria, así como la contribución de otras fuentes de conocimiento externo (por ejemplo: proveedores, materiales, universidades y centros de investigación, agencias gubernamentales), los que promueven la inversión en I+D por parte de las empresas^{7 8}. La creación de centros de investigación en ámbitos como la química, la biomedicina, la automoción y la electrónica ha sido más alta que en otros ámbitos. Los sectores industriales relacionados con estos ámbitos tienen mayor inversión en I+D.

PALABRAS CLAVE

Gestión de la innovación, estrategia de innovación, intensidad de la I+D, externalización de la I+D, pymes.

KEY WORDS

Innovation management, innovation strategy, R&D intensity, externalising R&D, small and medium size firms.

Gráfico 1

Crecimiento de los sectores industriales en Cataluña (1993-2002). Porcentaje.



Fuente: elaboración propia a partir de F. Solé et al (2003).



Condiciones de apropiabilidad

La naturaleza intangible del conocimiento hace que éste pueda ser copiado a un coste relativamente bajo. De ello surge el problema de la apropiación de los resultados del esfuerzo de innovación que desarrolle una empresa. No está claro cuál es el efecto final que el problema de la apropiabilidad tiene sobre la intensidad de la I+D. Si bien la difusión de información de los resultados de innovación de la empresa puede desincentivar el esfuerzo innovador de ésta, es evidente que para sus competidores el efecto es el contrario; es decir, se difunden los beneficios de los avances tecnológicos al resto de las empresas productoras. Si además suponemos que para poder imitar o copiar los resultados de innovación de otra empresa, nuestra propia empresa debe de tener conocimientos tecnológicos, llegamos al resultado que la difusión de información de las empresas innovadoras produce incentivos para la inversión en I+D por parte de aquellas empresas que puedan estar interesadas en imitar o copiar al líder.

Las patentes son un instrumento que pretende paliar el problema de la apropiabilidad asignando los derechos de explotación de los resultados de I+D. Sin embargo, las patentes distan de ser un instrumento perfecto y, en la práctica, su utilización es muy desigual entre sectores. En las empresas de la

muestra, las patentes son utilizadas por las pymes del sector de construcción de maquinaria, del sector de material eléctrico / electrónico y del sector metalúrgico, mientras que su utilidad es casi nula en el resto de sectores —un 60% de las pymes de la muestra no han tenido ninguna patente en los últimos tres años—. En estos otros sectores las estrategias de protección alternativas son más eficientes. Así, por ejemplo, el tiempo de lanzamiento al mercado —ser el primero—, la inversión en activos complementarios —por ejemplo, servicio postventa— y el secreto industrial son más utilizados por las empresas.

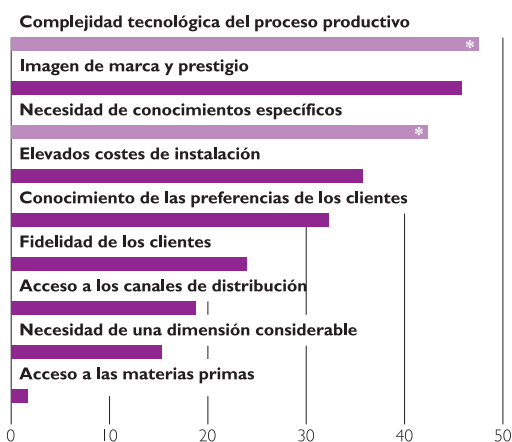
No se observa una relación clara entre la intensidad del I+D y la utilización de patentes en pymes; por tanto no podemos concluir cuál de los dos efectos, incentivador o desincentivador —por imitación por parte de los competidores —de las condiciones de apropiabilidad prevalece.

Las condiciones de apropiabilidad en un sector también se ven reflejadas en las barreras de entrada en una industria. Cuando el grado de apropiabilidad de la innovación es alto, los resultados de la innovación no pueden ser imitados fácilmente por entrantes en el sector. Ello incentiva un mayor gasto en I+D por parte de las empresas ya en la

Gráfico 2

Importancia de las posibles barreras de entrada en el sector para un competidor potencial que quiere introducirse en el mercado de la empresa. **Porcentaje.**

* Barreras que favorecen la apropiabilidad de las innovaciones.



Fuente: elaboración propia a partir de F. Solé et al. (2003).

industria. El gráfico 2 muestra cuáles son las barreras de entrada en el sector para nuevos competidores. La primera y la tercera barrera más relevantes se refieren a las condiciones de apropiabilidad.

Hasta aquí nos hemos referido a la intensidad de la I+D en las pymes y su relación con las características del sector industrial al que pertenecen. Dentro de un mismo sector, tal como ya hemos esbozado al hablar de las estrategias de protección, caben estrategias de I+D muy diferentes. Vamos a hablar de ellas centrándonos en la distinción entre el desarrollo de tecnología propia y la adquisición externa de tecnología.

4. Estrategias innovadoras de las empresas: desarrollo de tecnología propia vs. adquisición externa de tecnología

Las condiciones de apropiabilidad de las innovaciones no solamente inciden en la intensidad de la I+D en la industria, sino que también condicionan las estrategias de innovación de las empresas; por ejemplo, en cuanto a la elección entre el desarrollo de tecnología propia o la contratación externa de tecnología. Ambas opciones presentan ventajas e inconvenientes que resulta recomendable que las pymes conozcan.

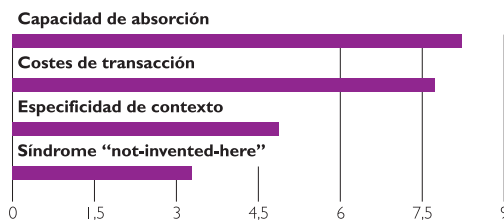
Entre las ventajas de la adquisición externa de tecnología se hallan el ahorro de tiempo y el ahorro de costes a la empresa, cuando el desarrollo propio de una tecnología de igual calidad requeriría mayores recursos de I+D que su adquisición. Acostumbrará a haber ahorro de costes en aquellos casos en que la tecnología disponible en el mercado no requiera demasiadas adaptaciones para su aplicabilidad a la empresa (non context-specific)⁹ y cuando los costes de contratación no sean altos; por ejemplo, debido al riesgo alto de un determinado proceso de innovación¹⁰. El gráfico 3 contiene un listado de las barreras a la externalización de I+D que más han influido en las decisiones de las pymes entre desarrollo propio o adquisición de tecnología. La “especificidad del contexto” y “los costes de transacción” figuran como barreras medianas a la externalización de I+D¹¹.

Para que las empresas puedan adquirir tecnología externa necesitan, además de poder pagarla, tener capacidad para absorberla. Esta capacidad les faculta para, en primer lugar, monitorizar el entorno para conocer cuáles son las tecnologías disponibles y, en segundo lugar, ser capaces de aplicar esa tecnología a su proceso productivo. La falta de capacidad de absorción aparece como una barrera principal en las pymes: en el gráfico 3 se evidencia que los encuestados le han otorgado la puntuación más elevada en una escala del cero al diez.

La estructura interna de la empresa puede a veces resultar un obstáculo a la

Gráfico 3

Importancia de las barreras y obstáculos a la externalización de I+D. Escala tipo Likert con graduación entre 0 (no es una barrera) a 10 (barrera insalvable).



Fuente: elaboración propia a partir de F. Solé et al (2003).

Una estrategia de protección muy usada frente a competidores y posibles entrantes al sector consiste en el desarrollo por parte de las empresas de un contexto específico para dificultar su transmisión

externalización de I+D: nos hallaremos entonces en situaciones en que, aun siendo más eficiente la adquisición externa de tecnología, ésta acabe desarrollándose dentro de la empresa. El síndrome del “not-invented-here” es un ejemplo de este problema de estructura interna que aparece cuando los incentivos para el personal que trabaja en I+D en la

empresa les llevan a rehusar una tecnología mejor o más barata disponible en el mercado. Esta barrera aparece en el gráfico 3 como la cuarta barrera a la externalización en orden de importancia.

El desarrollo de tecnología propia puede ofrecer algunas ventajas frente a su adquisición externa. Quizás la más importante está en el mantenimiento de la ventaja competitiva de la empresa cuando esta ventaja está basada en sus recursos de conocimientos propios. Para preservar este conocimiento específico, las empresas pueden recurrir a

mecanismos de protección legales y a estrategias de protección. Como hemos comentado, la mayoría de pymes de la muestra manifestaron que las patentes no constituían una herramienta de protección eficaz en su caso. Una estrategia de protección ampliamente usada frente a competidores y posibles entrantes al sector, consiste en el desarrollo por parte de las empresas de un tipo de conocimiento tácito, de contexto específico, para dificultar su transmisión, y mantener así su ventaja competitiva¹².

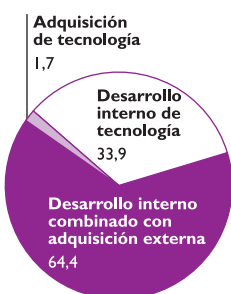
En el gráfico 4 se muestra el porcentaje de empresas según sus estrategias de innovación: distinguimos entre aquellas empresas que desarrollan tecnología propia únicamente, aquellas que sólo contratan tecnología de forma externa, y aquellas que combinan desarrollo interno y adquisición. Hallamos una sola empresa que, de forma exclusiva, adquiere tecnología; las otras empresas que adquieren tecnología también la desarrollan internamente: ello sugiere complementariedad de las estrategias de hacer y comprar.¹³ Es mayor el porcentaje de empresas que desarrollan tecnología que el de las empresas que la adquieren externamente.

Aunque de momento las ventajas del desarrollo propio y la adquisición de tecnología aparecen equilibradas, se prevé que en los próximos años, la contratación externa de tecnología crezca en importancia¹⁴ dado que los avances tecnológicos requerirán cada vez más especialización. ¿Están preparadas las pymes para este cambio?

Para analizarlo, vamos a fijarnos en que las barreras a la adquisición de tecnología no afectan por igual a las diferentes modalidades de adquisición. Siguiendo a Cassiman y Veugelers (2000), clasificamos la contratación externa de tecnología en:

- Incorporada en un activo que se adquiere: como nuevo personal o parte de otras empresas o equipos.

Gráfico 4
Estrategias de innovación.
Porcentaje.



Fuente: elaboración propia a partir de F. Solé et al. (2003).

- No incorporada a través de un contrato de licencia o subcontratando el desarrollo de tecnología a un centro de investigación o a una consultoría. La adquisición de tecnología incorporada permite ahorrar tiempo y es adecuada cuando los costes de desarrollo son altos, y cuando surgen dificultades para la protección estratégica.

La adquisición de tecnología no incorporada tiene más requisitos. En primer lugar, las empresas compradoras deben disponer de capacidad innovadora propia que les permita conocer cuáles son las tecnologías que se están ofreciendo en el mercado así como que les permita aplicarla a sus actividades –la capacidad de absorción a la que ya nos hemos referido–. Además, en la subcontratación con centros de investigación o con consultorías, los contratos son más costosos de establecer, sobre todo cuando la investigación es más novedosa y conlleva más incertidumbre –los costes de transacción a los que también nos hemos referido–. Para la comercialización de licencias, por supuesto, se requiere que la protección legal sea efectiva.

En el gráfico 5 se detalla el grado de utilización de las modalidades de adquisición de tecnología externa por parte de las pymes. Puede apreciarse cómo la adquisición de tecnología incorporada es más utilizada que la adquisición de tecnología no incorporada¹⁵.

Ahí está pues, uno de los desafíos relevantes para las estrategias de innovación de las pymes en los próximos años. Dada la importancia creciente que tendrá la adquisición de tecnología, las pymes que quieran mantener su competitividad pueden orientar sus estrategias de I+D a reducir las barreras que les impiden la adquisición de tecnología, sobre todo no incorporada.

5. Conclusiones

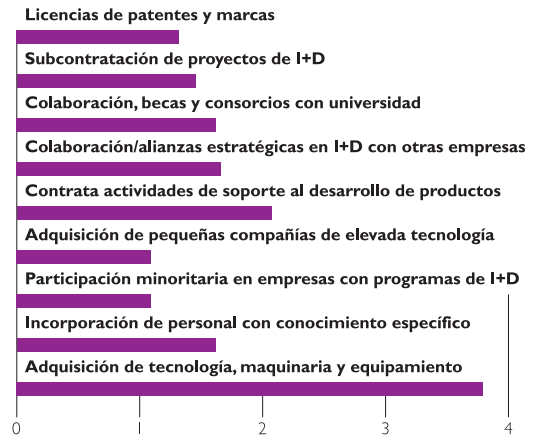
En el análisis de estas 59 pymes catalanas de “éxito empresarial” se evidencia el papel clave de la estrategia de innovación en la consecución y mejora de la posición competitiva de la empresa.

La intensidad de la I+D sigue la pauta marcada en el ámbito sectorial –según tamaño y crecimiento de la demanda, oportunidad tecnológica y condiciones de apropiabilidad– para el caso de la mayoría de pymes de la muestra. Dentro de un mismo sector se constatan diferentes estrategias de I+D: algunas pymes desarrollan tecnología propia de forma casi exclusiva; otras combinan este desarrollo con la adquisición externa de tecnología. Sólo una pyme limita su estrategia de innovación a la adquisición externa de tecnología.

Dentro de las modalidades de adquisición externa de tecnología (incorpora-

Gráfico 5

Grado de utilización de las diferentes modalidades para adquirir tecnología y conocimiento externo. Escala tipo Likert con graduación entre 1 (nula) a 5 (fuente principal).



Fuente: elaboración propia a partir de F. Solé et al (2003).



Para que las pymes puedan seguir los avances científicos y tecnológicos que se van a dar en los próximos años es imprescindible que tengan sistematizada la I+D y su gestión

da/no incorporada) hay un predominio claro de la adquisición de tecnología incorporada. Los motivos para este predominio obedecen en parte al tamaño de las pymes y, por tanto, no pueden ser cambiados fácilmente. Sin embargo, otros motivos, por ejemplo, la limitada capacidad de absorción, sí pueden ser remediados con una estrategia de I+D más eficaz. En este sentido, adquieren cada día más importancia dentro de la organización la sistematización de la I+D y su gestión. Ello es imprescindible para que las pymes puedan seguir

los avances científicos y tecnológicos que se van a dar en el mercado en los próximos años.

Bibliografía

- Arora, A. y A. Gambardella (1994) "The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the division of innovative labour", *Research Policy*, 23, 523-532.
- Cassiman, B. y R. Veugelers (2000) "External Technology Sources: Embodied or Disembodied Technology Acquisition", Department of Economics and Business - UPF Economics Working Paper, num. 444
- Cohen, W. y R. Levin (1989) "Innovation and market structure", en *Handbook of Industrial Organization*, eds. R. Schmalensee y R. Willing, 1059-1107.
- Cohen, W. and D. Levinthal (1989) Innovation and learning: The two faces of R&D. *The Economic Journal* 99: 569-596.
- Escorsa, P. y Valls, J. (2003) *Tecnología e innovación en la empresa*. 2ª Edición. Edicions UPC. Barcelona.
- Hernández, J., Amat, O., Fontrodona J. e I. Fontana (1999) *Les empreses gasela a Catalunya*, ed. Colección Papers d'Economia Industrial, 12, Departamento de Indústria, Comerç i Turisme, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Navas, J.E. y Nieto, M. (Eds.) (2003) *Estrategias de innovación y creación de conocimiento tecnológico en las empresas industriales españolas*. Thomson-Civitas y Fundación Edurado Barreiros. Madrid,
- Nelson, R. (1982) The role of knowledge in R&D efficiency, *Quarterly Journal of Economics*, 97, 453-470.
- Nonaka, I. (1991) The knowledge-creating company. *Harvard Business Review* 32 (3): 27-38.
- OECD (1997) *Oslo Manual - The Measurement of Scientific and Technological Activities Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, European Commission, Eurostat
- OECD (2002) *Frascati Manual - Proposed Standard Practice for Surveys On Research and Experimental Development*, Paris: Organisation for Economic Development and Cooperation.
- Rosenberg, N. (1994) *Exploring the black box*. Cambridge University Press.

Scherer, F (1965) Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions. *American Economic Review* 55, 1097-1125.

Schmookler, J. (1966) *Invention and economic growth*, Cambridge (MA): Harvard University Press.

Solé, F., Valls, J., Condom, P., Bikfalvi, A., Pérez, A. y X. Amores (2003) *Èxit de Mercat i Innovació*. Departamento de Trabajo, Industria, Comercio y Turismo de la Generalitat de Cataluña. Centro para la Innovación y el Desarrollo Empresarial (CI-DEM). Barcelona, 2003.

Teece, D. J. (1988) Technological change and the nature of the firm, en *Technological Change and Economic Theory*, ed. G. Dosi et al. Londres: Printer Publishers.

Von Hippel, E. (1994) "Sticky information" and the locus of problem solving: Implications for innovation. *Management Science*, 40, 4, 429-439.

Winter, S. (1987) Knowledge and competence as strategic assets, en *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, ed. D. J. Teece. Nueva York: Harper and Row.

1 Solé et al. (2003).

2 De acuerdo con los criterios para pymes que establece la Comisión Europea.

3 Es similar al criterio seguido en Hernández et al. (1999).

4 Se trata del Manual de Frascati (1981) y el Manual de Oslo (1993). Ambos cuentan con sucesivas versiones revisadas hasta la fecha.

5 Schmookler (1962, 1966) propuso inicialmente esta idea.

6 En realidad estos datos miden la interacción entre oferta y demanda.

7 Por ejemplo, permitiendo la reducción de costes (Rosenberg, 1974), o haciendo que la investigación sea más eficaz (Nelson, 1982).

8 No hay consenso sobre cómo traducir el concepto de oportunidad tecnológica a términos operativos. Entre los enfoques más utilizados se halla el inicialmente propuesto por Scherer (1965) que clasifica los sectores industriales según el tipo de conocimiento que se utiliza en cada uno de ellos y los avances en los diferentes ámbitos de la ciencia y la tecnología.

9 Ver por ejemplo Von Hippel (1994).

10 Ver Teece (1988) para un estudio de los costes de transacción e innovación.

11 En el gráfico 3 se han agrupado los 12 ítems del cuestionario original en 4 categorías.

12 Algunos autores (Nonaka, 1991 y Winter, 1987) defienden que el tipo de conocimiento que utiliza una empresa es en gran parte el resultado de una decisión económica de la misma y no un parámetro exógeno que determina el sector.

13 Las empresas también pueden decidir cooperar en I+D, por ejemplo, creando joint ventures.

14 Arora y Gambardella (1994) explican cómo los mercados de tecnología van a ir creciendo debido a cambios en la "tecnología del cambio tecnológico", cambios que permitirán una mayor división del trabajo de innovación.

15 Cassiman y Veugelers (2000) también hallan que es menos probable que las pymes contraten tecnología no incorporada.

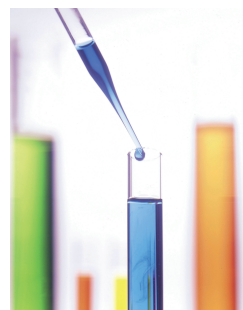


Ilustración: Jason Howard