

Fuentes de conocimiento para la innovación en la industria química mexicana

GABRIELA DUTRÉNIT

ALEXANDRE O. VERA-CRUZ*

El proceso innovador es una progresión compleja cuyas características aún no se conocen totalmente. Ello se debe en parte a la diversidad de actividades y fenómenos que se pueden incluir bajo el acápito de “innovación”. El primer marco interpretativo general de este fenómeno fue el modelo lineal de innovación. La idea de que esta última se manifiesta en una secuencia que va desde la investigación y el desarrollo hasta la producción y la comercialización dominó el pensamiento sobre políticas de desarrollo tecnológico y económico hasta los años ochenta. Las implicaciones de esta visión en el terreno de la política fueron directas: se supuso que un incremento en el nivel de investigación y desarrollo (ID) de una empresa o un país conduciría a un aumento proporcional del ritmo de innovación tecnológica y por ende al aumento de la productividad y el crecimiento económico. Esa concepción determinó que por muchos años los mayores esfuerzos en el acopio de datos sobre el proceso innovador y el crecimiento económico se centraran en los que hicieran posible medir los gastos y las capacidades formales de ID.

Sin embargo, la caída del ritmo de incremento de la productividad en escala mundial a partir de 1973, así como el análisis de las experiencias exitosas de los cambios estructurales y el desarrollo económico de los países del Sudeste Asiático y la am-

pliación del conocimiento sobre las características de las estrategias tecnológicas de las empresas, condujeron a una concepción radicalmente distinta de la naturaleza del proceso innovador. El núcleo explicativo de los éxitos tecnológicos y económicos se trasladó de la ID en sí misma hacia un conjunto más amplio de actividades relacionadas con la generación, la modificación y la distribución del conocimiento; los procesos de aprendizaje tecnológico y de complementariedad e interrelación entre ciencia y tecnología, y más recientemente la estructura de vinculaciones regionales, nacionales y extranjeras. Además, el estudio de las estrategias tecnológicas empresariales demostró que muchas compañías tecnológicamente activas no disponen ni de laboratorios de ID formales ni de personal asignado exclusivamente a esas labores. Todos esos cambios hacen más difícil la medición de las tareas de ID y requieren un estudio más amplio de la actividad innovadora.

En la actualidad la innovación se entiende como un proceso continuo y acumulativo más que como una secuencia de rupturas y discontinuidades provocadas por las innovaciones radicales. De manera creciente se destaca la importancia de las innovaciones incrementales, fruto de procesos de aprendizaje tecnológico, como motor de los altos ritmos de innovatividad de las empresas. Con ello el modelo lineal de innovación ha ido cediendo paso a modelos de carácter más iterativo.¹ Ese cambio ha entrado un nuevo enfoque en el tipo de información que se debe acopiar para analizar el fenómeno innovador. Se parte de la con-

1. C. Freeman, *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter Publishers, Londres, 1982; E. Von Hippel, *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, Nueva York, 1988, y R. Rothwell, “Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends”, en M. Dodgson y R. Rothwell, *The Handbook of Industrial Innovation*, 1994, pp. 33-53.

* Profesores-investigadores de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico y del Departamento de Producción Económica de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco <dutrenit@cueyatl.uam.mx>, <veracruz@cueyatl.uam.mx>. El trabajo se apoya en la base de datos de la investigación conjunta de la universidad y ORSTOM sobre aprendizaje tecnológico en la industria química mexicana. En la investigación también participaron R. Arvanitis, M. Capdevielle, A. Lara, L. Minsberg y D. Villavicencio.

sideración de que muchas de las actividades vinculadas al proceso innovador son intangibles y como tales son difíciles de medir con las cuentas nacionales, las estadísticas convencionales de desempeño en ID o las tasas de patentamiento.² Las encuestas de innovación y los estudios de caso dominan ahora el planteamiento de las investigaciones. A la vez que se percibe mejor la complejidad del fenómeno, crece la necesidad de recabar información más detallada sobre los procesos de aprendizaje que están detrás del proceso innovador y del crecimiento económico.

El Manual de Oslo resume un conjunto de esfuerzos teóricos y metodológicos desarrollados hasta los años ochenta que se orientan a medir la actividad innovadora.³ Con esta base, a partir de la nueva visión sobre esa actividad, un conjunto de autores trabaja en la identificación de indicadores más adecuados para medirla.⁴ Cabe señalar que en la literatura sobre innovación es creciente la preocupación por entender esos procesos de aprendizaje. Mediante el trabajo empírico, sobre todo con base en estudios de caso, se ha identificado un grupo de mecanismos de aprendizaje que reflejan otra naturaleza de tal actividad, como aprender usando, aprender haciendo ID, aprender de los clientes, aprender interactuando⁵ y aprender de los competidores y de la licitación de la tecnología. Todos estos mecanismos difieren en esencia y cubren un rango mucho más amplio de áreas que el clásico aprender haciendo.⁶ Otros autores han centrado sus reflexiones en la identificación de las fuentes de conocimiento para la innovación. Dos trabajos significativos son el *Yale Survey*, en torno a empresas estadounidenses y el *Pace Questionnaire*, sobre compañías europeas.⁷ Mecanismos de aprendizaje y fuentes de conocimiento son dos categorías que se han usado de manera indistinta, aunque su naturaleza es diferente.

2. D. Foray y B.A. Lundvall, "From the Economics of Knowledge to the Learning Economy", en D. Foray y B.A. Lundvall (eds.), *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*, OCDE, París, 1996.

3. OCDE, "OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. Oslo Manual", OCDE, París, 1992.

4. J. Baldwin, "The Characteristics of Innovation Regimes by Type of Innovation"; D. Archivugi et al., "Evaluation of the Community Innovation Survey (CIS)-Phase I", y A. Young, "Revising the Oslo Manual", documentos presentados en la conferencia Innovation Measurement and Policies, Luxemburgo, 1996.

5. N. Rosenberg, *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, 1976; W.M. Cohen y D.A. Levinthal, "Innovation and Learning: the Two Faces of R&D", *The Economic Journal*, núm. 99, septiembre de 1989, pp. 569-596; Von Hippel, *op. cit.*; B.A. Lundvall, "Innovation as an Interactive Process: from User-producer Interaction to the National System of Innovation", en G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverber y L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Columbia University Press, Nueva York, 1998, y B.A. Lundvall (ed.), *National System of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, Londres, 1992.

6. K. Arrow, "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, vol. 29, núm. 80, 1962, pp. 155-173.

7. Levin et al., "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development", *Brookings Papers on Economic Activity*, vol.

Pese a la cantidad de encuestas y estudios de caso elaborados en las últimas décadas, todavía hay una deficiencia en la identificación de indicadores idóneos para medir la actividad innovadora, en particular los procesos de aprendizaje tecnológico. Existe consenso en que hay un aprendizaje derivado de un conjunto de actividades de las empresas, pero todavía no se dispone de indicadores adecuados para medir su valor económico. Lo que sí es claro es que la actividad formal de ID es un indicador incompleto de esas labores, en particular en el caso de las empresas de menor tamaño.⁸

Respecto a los países en desarrollo, un número significativo de estudios de caso ha revelado la importancia de los procesos de complementariedad entre la importación de tecnologías y los procesos de aprendizaje tecnológicos. El dominio de tecnologías externas y la exitosa integración de nuevas ideas y técnicas requiere el desarrollo de capacidades internas para asimilar conocimientos e información de fuentes externas. Dicha capacidad parece ser un factor determinante clave del éxito económico de las empresas y por ende de las regiones en las cuales se ubican.⁹

Sin embargo el conocimiento de la realidad de estos países es aún muy incompleto; en realidad poco se sabe acerca de las motivaciones para innovar, los vínculos que se establecen, las fuentes de conocimiento tecnológico más adecuadas o la magnitud y el papel de la ID en el nuevo entorno de globalización de la economía mundial. En muchas ocasiones por falta de información propia se tiende a aplicar políticas acordes a otras realidades, necesidades, cultura innovadora y comportamiento tecnológico. El presente trabajo se propone contribuir al conocimiento de estos fenómenos en un país y un sector específicos: México y la industria química. En particular, se busca incursionar en las características de los procesos innovadores en esa actividad y responder a las siguientes preguntas: a) ¿Cuáles son las fuentes

3, 1987, pp. 783-820, y A. Arundel, Gert van de Paal y L. Soete, *Innovation Strategies of Europe's Largest Industrial Firms (PACE Report)*, University of Limburg, Maastricht, 1995.

8. J. Tidd, J. Bessant y K. Pavitt, *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organisational Change*, Wiley Pavitt, Chichester, 1997.

9. A. Amsdem, *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Oxford University Press, Oxford, 1989; M. Bell, "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries", en M. Fransman y K. King (eds.), *Technological Capacity in the Third World*, MacMillan, Londres, 1984; M. Bell y P. Pavitt, "Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries", *Industrial and Corporate Change*, 2, Oxford University Press, Oxford, 1993; M. Hobday, *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*, Edward Elgar Aldershoot, 1995; J. Katz, *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana*, BID-CEPAL-CIID-PNUD, Buenos Aires, 1986; S. Lall, *Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India*, MacMillan, Londres, 1987, y C. Dahlman y J. Fonseca, "From Technological Dependence to Technological Development: the Case of the Usiminas Steel Plant in Brazil", en J. Katz (ed.), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, MacMillan, Londres, 1987, pp. 154-182.

de conocimiento que emplean las empresas para realizar innovaciones y cuál la importancia relativa de las fuentes internas y externas? ¿Hay diferencia en las fuentes de conocimiento usadas por las compañías según su desempeño innovador?, y b) ¿Cuáles son las principales motivaciones para innovar en la industria química mexicana y cuáles han sido los factores estimulantes y limitantes de dicha actividad innovadora?

El trabajo se basa en los resultados de una encuesta realizada en México a fines de 1994 a 142 empresas de la industria química. La encuesta fue parte del proyecto de investigación sobre los procesos de aprendizaje en la industria química mexicana.¹⁰ El proyecto definió el proceso innovador como objeto de investigación, aunque la encuesta se formuló para que la empresa individual constituyese la unidad de análisis, no las innovaciones en sí mismas. En este sentido, la información levantada ofrece respuestas generales acerca de los insumos y los resultados del proceso innovador y permite establecer relaciones útiles para elaborar la política en una industria. Sin embargo, existen ciertas limitaciones para diferenciar los mecanismos y los insumos específicos que dan sustento al proceso innovador mismo.¹¹

La parte de la encuesta que se relaciona con la actividad innovadora trató de apegarse a las sugerencias del Manual de Oslo acerca de las encuestas sobre innovación. El manual se ha constituido en una guía para el acopio de datos en innovación tecnológica, lo cual brinda una base confiable para las comparaciones internacionales. Según el Manual Frascati, en el cual se basa el Manual de Oslo, la innovación tecnológica comprende el desarrollo tanto de nuevos productos y procesos como cambios significativos en los mismos. Se considera que una innovación ha sido puesta en práctica si se ha introducido en el mercado (innovación de producto) o se ha empleado en un proceso productivo (innovación de proceso). En este sentido, una innovación implica una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizacionales y comerciales.¹² Ésta es la definición de innovación que se utiliza en este trabajo.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

La investigación usa como fuente de información una encuesta cuya unidad de análisis consistió en empresas individuales. Las unidades que conformaron la muestra se selecciona-

10. Resultados parciales de este proyecto aparecen en D. Villavicencio, R. Arvanitis y L. Minsberg, "Aprendizaje tecnológico en la industria química mexicana", *Perfiles Latinoamericanos*, vol. 4, núm. 7, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México, 1995, pp. 121-148, y R. Arvanitis y D. Villavicencio, "Technological Learning and Innovation in the Mexican Chemical Industry: An Exercise in Taxonomy", *Science, Technology and Society*, vol. 3(2), 1998.

11. J. Baldwin, *op. cit.*

12. OCDE, *Frascati Manual. The Measurement of Scientific and Technological Activities*, París, 1994.

C U A D R O 1

DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS DE LA MUESTRA POR RAMA DE ACTIVIDAD

Rama	Denominación	Número
35	Química básica	42
36	Abonos y fertilizantes	7
37	Resinas y fibras sintéticas	18
39	Jabones, detergentes, perfumes y cosméticos	17
40	Otros productos químicos	58
	Total	142

ron atendiendo a diversos criterios: abarcar los subsectores de la industria química,¹³ considerar empresas de todos los tamaños y tener una cobertura nacional de la industria. La muestra la integran 142 empresas; si bien no es una muestra estadísticamente significativa, sí incluye a los agentes de la industria química mexicana con cierta representatividad (véase el cuadro 1).

Tratamiento de la información

1) Los valores faltantes no se calcularon. En cada parte del análisis se extrajeron submuestras de las empresas que respondieron a las preguntas incluidas en el análisis específico.

2) La parte de innovación se elaboró con preguntas de tres tipos: respuesta simple (sí o no), opción múltiple (señalar) y orden de importancia con la escala de Likert para los motivos, los factores estimulantes y los obstáculos a la innovación. El uso de la escala de Likert introduce la posibilidad de desviaciones asociadas a actitudes optimistas o pesimistas de las personas que responden. Se puede esperar que estas desviaciones se compensen en promedio debido a las características del cuestionario: tamaño de la muestra y similitudes en las responsabilidades, antigüedad y cultura de las personas que responden.¹⁴

3) Los valores extremos se trataron de forma similar a los resultados del *Pace Questionnaire*. Las respuestas *muy importante* y *crucial* se trataron como 1 y las otras como 0. Se tomó el porcentaje de empresas que respondieron 1 después de excluir los valores faltantes.

Taxonomía de desempeño innovador

Se realizó una taxonomía de las empresas de acuerdo con el desempeño innovador, el cual se mide con tres indicadores: el grado de novedad de las innovaciones (mundo, país y empresa), el porcentaje que representan los nuevos productos en las ventas totales de las empresas y el número total de innovaciones de producto y de proceso. Se clasificó a las empresas en cada

13. Se excluyeron Pemex Petroquímica, las refinerías y la industria farmacéutica.

14. A. Arundel, G. Van de Paal y L. Soete, *op. cit.*, p. 107.

C U A D R O 2

TAXONOMÍA DE DESEMPEÑO INNOVADOR

Desempeño innovador	Nuevos productos en las ventas totales (%)	Grado de novedad de las innovaciones	Total de innovaciones
Más alto	—	Mundo	100 o más
Alto	40 o más	País/empresa	40 a 99
Medio	25 a 39	País/empresa	10 a 39
Bajo	Menos de 25	Empresa/no señalan	Menos de 10

categoría taxonómica si cumplían al menos con uno de los indicadores. Los rangos utilizados se presentan en el cuadro 2.

El procedimiento específico de clasificación se describe en seguida:

1) Las empresas con desempeño innovador *más alto* son las que han introducido innovaciones en escala mundial o generaron más de 100 innovaciones de producto o proceso en el período analizado.

2) Se consideran empresas de desempeño innovador *alto* a las que han introducido innovaciones en escala de la compañía o el país y que cumplen al menos con uno de los rangos de los otros dos indicadores.

3) Se clasifican como de desempeño innovador *medio* las empresas que han introducido innovaciones en su organización o el país y que cumplen al menos con uno de los rangos de los otros dos indicadores. Además, algunas empresas que daban a conocer valores inferiores a los rangos, pero habían registrado innovaciones en el país, se incluyeron en esta categoría.

4) El grupo que ha realizado innovaciones sólo en la empresa e informa los valores más bajos de los indicadores se consideró como no innovador o de *bajo* desempeño innovador.

El empleo de esos tres indicadores se basó en lo siguiente: a) el porcentaje que representan los nuevos productos en las ventas totales de la empresa mide directamente las repercusiones económicas de las innovaciones de producto; b) el grado de novedad en el mercado se usa como una variable sustitutiva (*proxy*) de la naturaleza de las innovaciones: radicales o imitativas (este indicador permite identificar el tipo de comportamiento innovador de las empresas; 15 manifestaron que sus innovaciones han sido novedosas en escala mundial), y c) el número total de innovaciones de producto y de proceso se introdujo como una medida del esfuerzo innovador y como una forma de recoger también el desarrollo de innovaciones de proceso.

Los estudios sobre innovación basados en los Community Innovation Surveys (CIS) de la OCDE utilizan como indicadores del resultado de las innovaciones el porcentaje de los nuevos productos en las ventas totales y el grado de novedad. Los cuestionarios de los CIS desagregan las preguntas sobre la naturaleza de la innovación de acuerdo con el estadio en el ciclo de vida del producto, el tipo de cambios que se introdujo al producto y el porcentaje de innovaciones por grado de novedad. La encuesta en que se basa este trabajo no tiene este nivel de desagregación. Por eso se decidió aproximar el éxito innovador por medio de la participación de los nuevos productos en las ventas totales y

el grado de novedad de las innovaciones de producto. Debido a que estos indicadores no recogen el desempeño innovador de las empresas que hacen muchas innovaciones de proceso y en las que es difícil cuantificar el porcentaje de los nuevos productos en las ventas totales,¹⁵ se creó un indicador del número total de innovaciones de producto y proceso y se definieron rangos elevados del mismo.

Características de las empresas de la muestra

La distribución de empresas de la muestra por desempeño innovador y tamaño se presenta en el cuadro 3,¹⁶ del cual se derivan algunas consideraciones preliminares. Primero, el comportamiento innovador de las empresas de acuerdo con el tamaño no indica que las unidades grandes sean en general las más innovadoras. Un análisis de conjunto permite detectar que si bien hay una presencia importante de empresas grandes en los rubros de desempeño innovador muy alto y alto, muchas medianas y muy pequeñas también son por demás innovadoras. Sólo las pequeñas tienen un desempeño significativamente menor. Este resultado es congruente con otros estudios que muestran, por un lado, que la relación entre desempeño y tamaño no es lineal, lo cual contradice la hipótesis schumpeteriana sobre la relación entre tamaño y actividad innovadora¹⁷ y, por otro, que las empresas de menor tamaño son más innovadoras, como se encontró en el caso de la industria química de varios países de la Comunidad Europea.¹⁸ Segundo, muchas empresas muy pequeñas tienen un rango limitado de productos, en ocasiones con un ciclo de vida corto. Estas unidades incorporan con frecuencia algún nuevo producto que representa un alto porcentaje de las ventas totales. Sin embargo, en muchos casos la novedad es sólo en el ámbito

15. D. Archibur *et al.*, *op. cit.*, y A. Young, *op. cit.*

16. La clasificación de las empresas por tamaño se realizó a partir del personal ocupado: grandes con más de 250 trabajadores, medianas de 101 a 250 trabajadores, pequeñas de 51 a 100 trabajadores y muy pequeñas con 50 o menos.

17. F. Malerba, F. Lissoni y S. Torrisi, "Computer and Office Machinery", documento presentado en la conferencia Innovation Measurement and Policies, Luxemburgo, 1996, pp. 16-17.

18. J. Calver, C. Ibarra, P. Patel y K. Pavitt, "Innovation Outputs in European Industry: Analysis from CIS", documento presentado en la conferencia Innovation Measurement and Policies, Luxemburgo, 1996.

C U A D R O 3

DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS POR TAMAÑO Y DESEMPEÑO INNOVADOR

Desempeño innovador	Grandes	Medianas	Pequeñas	Muy pequeñas	Total
Más alto	7	9	3	3	22
Alto	3	5	3	15	26
Medio	7	15	15	17	54
Bajo	5	12	12	11	40
Total	22	41	33	46	142

del país. La gran presencia de empresas muy pequeñas en el grupo de *alto* desempeño innovativo muestra que en la industria química se presenta este fenómeno.

LAS FUENTES INTERNAS Y EXTERNAS DE CONOCIMIENTO

En esta sección se analizan las fuentes de conocimiento tecnológico en cuanto insumos del proceso innovador. Se presta especial atención a la relación entre las fuentes utilizadas, el desempeño innovador y el tamaño de las empresas. El análisis de las fuentes de conocimiento se basa en dos grupos de preguntas de la encuesta. Uno se refiere a las fuentes principales de la innovación y el otro a las fuentes externas de conocimiento más usadas en la empresa, en ambos casos al margen de su importancia relativa. Esa no discriminación tal vez determine que se reduzcan las diferencias de comportamiento entre los grupos de empresas clasificados por desempeño innovador o por tamaño, así como entre las fuentes usadas. La encuesta incluyó las fuentes de conocimiento mencionadas con más frecuencia en la literatura. Se consideraron internas: a) las actividades de ID de la empresa; b) las labores de ingeniería propia, y c) los ingenieros, técnicos y obreros de producción, y externas: a) los clientes;¹⁹ b) los competidores;²⁰ c) las fuentes generales,²¹ y d) las universidades y centros de investigación.²²

El balance interno-externo

La gráfica 1 presenta las fuentes internas y externas de conocimiento señaladas como principal origen de las innovaciones de las empresas clasificadas según el desempeño innovador. Los

19. Esta fuente se aproximó mediante la respuesta a la pregunta sobre la existencia de cooperación con el cliente para el desarrollo de productos y procesos.

20. Esta fuente incluyó las relaciones con otras empresas para el desarrollo de nuevos productos y diseño de procesos, la visita a plantas (nacionales o extranjeras) y la asistencia a ferias industriales.

21. El rubro fuentes generales incluye servicios de consultoría públicos y privados, búsqueda en revistas especializadas y patentes y asistencia a seminarios y congresos.

22. Para evaluar esta fuente se consideró la existencia de experiencias en relaciones de investigación con estas instituciones.

resultados se describen en los párrafos siguientes:

1) Las fuentes internas son significativamente más importantes que las externas para todos los grupos de empresas de la industria química mexicana.²³ El principal origen de las innovaciones, es decir, el más señalado por las empresas, radica en las actividades propias desarrolladas por las empresas.

2) Existe relación entre desempeño innovador e importancia de las fuentes

internas. A mayor innovación mayor importancia asignada a cada una de las fuentes internas.

3) Las empresas de más alto desempeño innovador presentan la mayor frecuencia de todas las fuentes internas y 100% considera que la ID es una fuente principal.

4) Para las empresas de desempeño innovador más alto, alto y medio la ID es la fuente más señalada como importante.

5) Las empresas con un bajo desempeño innovador otorgan a la ingeniería una importancia relativamente superior a la que le asignan otros grupos. La ingeniería se considera como una fuente tan importante como la ID en el caso de las empresas que realizan a lo más mejoras poco significativas a sus productos.

6) Entre las fuentes externas destaca la importancia de los consultores extranjeros en las empresas de más alto desempeño innovador; en los grupos de alto, medio y bajo los servicios de consultoría se usan más como medio de adquisición de nuevas tecnologías que como fuente importante para obtener información para el desarrollo propio de innovaciones.²⁴ La mayoría de las empresas de más alto desempeño desarrollan innovaciones de producto con novedad mundial. Para este propósito, probablemente no pueden adquirir la tecnología, porque no está disponible (porque es muy nueva o no existe). De esta forma usan los servicios de consultoría extranjera para tener acceso a conocimiento tecnológico de frontera, útil para su actividad innovadora.²⁵ En los otros grupos de la taxonomía, el uso de los servicios de consultoría para adquirir tecnología denota una actividad innovadora de carácter más imitativo.

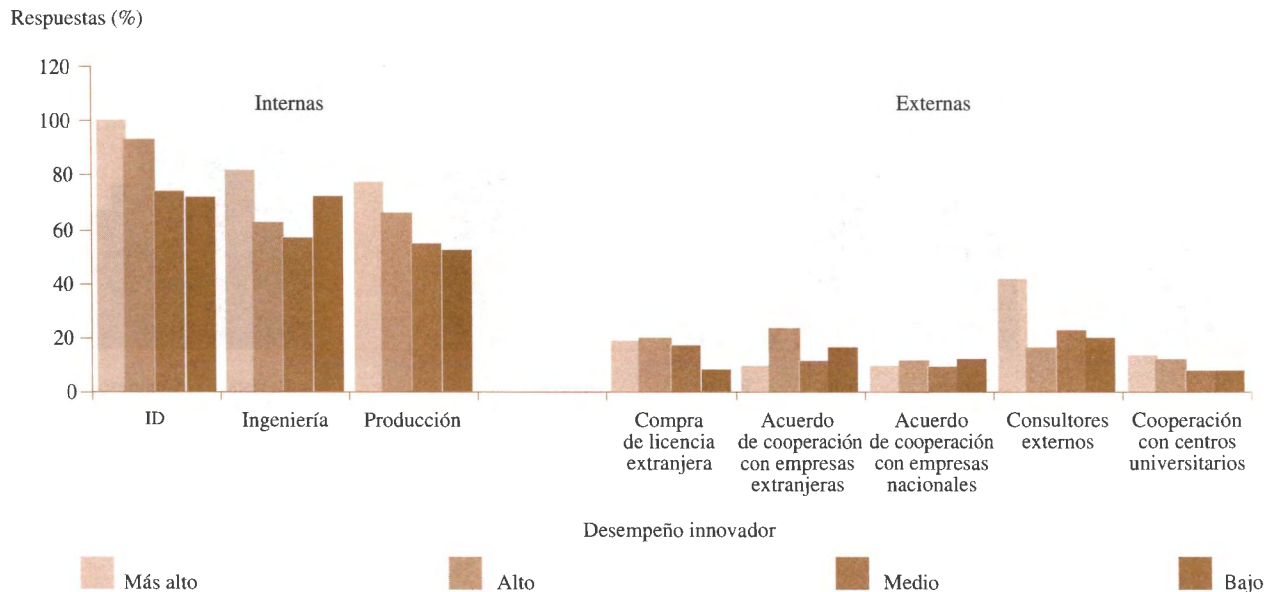
La mayor importancia de las fuentes internas y el comportamiento distintivo de las empresas según el desempeño innovador es congruente con los resultados obtenidos por Baldwin para Canadá; Malerba, Lissoni y Torrisi para Italia, y la OCDE para Noruega y Suecia, por citar algunos ejemplos recientes. La ID es la principal fuente interna de las empresas que innovan en escala mundial. Por el contrario, las que lo hacen en escala de

23. La calificación "más importantes" hace referencia a la cantidad de empresas que considera las fuentes internas como principales y no a la importancia relativa de una fuente respecto a otra.

24. Los resultados de la pregunta sobre los medios de adquirir tecnología clasificados por desempeño innovador muestran que alrededor de 50% de las empresas de los grupos alto, medio y bajo usan la consultoría para este fin.

25. Los mismos resultados encontraron F. Malerba, F. Lissoni y S. Torrisi, *op. cit.*, y J. Baldwin, *op. cit.*

PRINCIPALES FUENTES EXTERNAS DE CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA (MUESTRA 126 EMPRESAS)



su país y de la propia compañía en general descansan más en actividades de ingeniería y menos en ID. Sin embargo, es importante señalar que en el caso de la industria química mexicana la importancia de las fuentes internas frente a las externas es superior a la registrada en los otros estudios de países de la OCDE.

En la industria química mexicana no se observan cambios considerables asociados al tamaño. En términos generales, la importancia relativa de las fuentes internas y externas de las empresas agrupadas por tamaño es semejante a la observada por desempeño innovador. (Un resultado diferente se presenta en Suecia, donde el tamaño es de gran importancia.²⁶) Sin embargo, el tamaño tiene cierta relevancia en la explicación del uso diferenciado de las fuentes externas.

Las fuentes externas de conocimiento

La gráfica 2 presenta los resultados respecto a las fuentes externas de conocimiento usadas por las empresas clasificadas de acuerdo con el desempeño innovador.

1) Los competidores, los clientes y las generales son las fuentes externas usadas con más frecuencia. La importancia de los clientes es una característica común en los resultados de las encuestas sobre innovación.

2) Hay un mayor uso de fuentes que sólo suponen el acceso a información relativa a productos y mercados (revistas, ferias,

visitas) y no las que entrañan el establecimiento de un vínculo institucional (relaciones con otras empresas o con universidades y centros de investigación).

3) La visita a plantas constituye una fuente de uso generalizado por parte de las empresas de la industria. Con dichas visitas las empresas pueden identificar ideas relativas a la solución de problemas de operación. La mayor frecuencia de las visitas a plantas en relación con el establecimiento de relaciones con empresas para desarrollar productos y procesos sugiere que uno de los problemas cruciales de la industria se relaciona con la solución de problemas cotidianos en las líneas de producción, no con el desarrollo de ideas innovadoras.

4) Las diferencias más significativas entre los grupos aparecen en la asistencia a congresos, que supone un mayor interés por conocimientos más básicos, y la asistencia a ferias industriales, que busca identificar ideas novedosas a imitar. En ambos casos destaca la importancia de estas fuentes en las empresas de más alto y alto desempeño innovador. Esto significa que estas empresas invierten más en la adquisición del conocimiento, pero que si bien buscan relaciones que les permiten desarrollar su base de conocimiento, como la asistencia a congresos, también buscan ideas para desarrollar trayectorias imitativas, como lo sugiere la asistencia a ferias industriales.

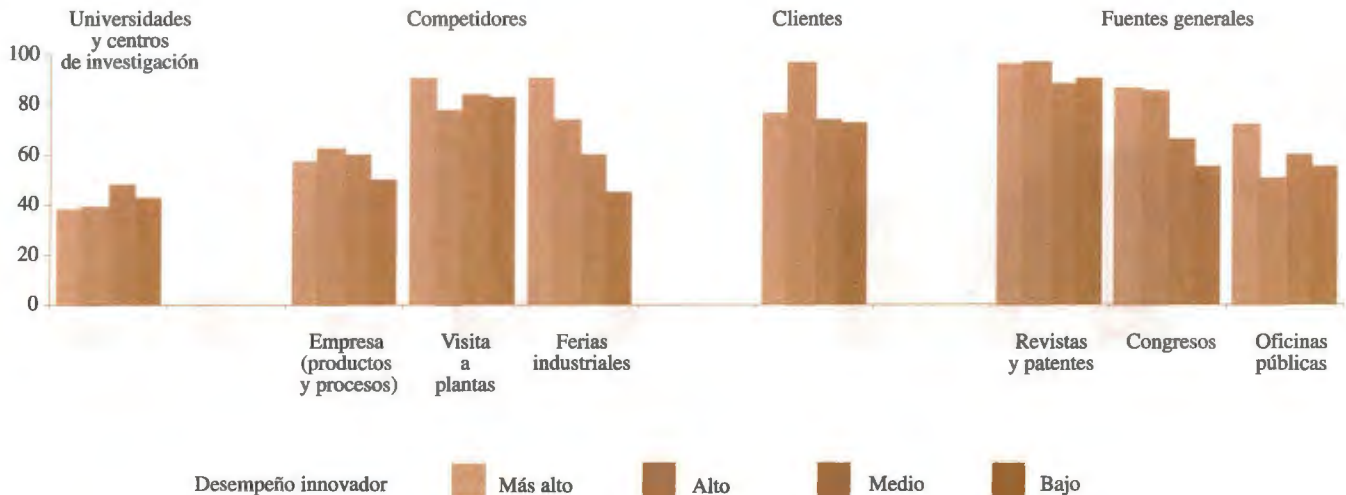
La importancia de los competidores como fuente de conocimiento y la forma de acceso a los mismos (visitas y ferias industriales) muestra una primacía de innovaciones imitativas, incluso en las empresas de más alto desempeño innovador. En Canadá la estructura respectiva es muy diferente: las empresas que in-

26. OCDE, *STI Review. Focus on Innovation*, núm. 11, París, 1992.

G R A F I C A 2

FUENTES EXTERNAS DE CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA (MUESTRA: 137 EMPRESAS)

Respuestas (%)



novan en escala mundial usan mucho menos a los competidores como fuente de conocimiento.²⁷

En términos generales, la variable tamaño de las empresas parece tener un poder explicativo importante en el caso específico del uso de fuentes externas de conocimiento. Esto refleja la importancia de los costos asociados al uso de fuentes externas de conocimiento y a la necesidad de tener cierta infraestructura para acceder y procesar la información que se obtiene. La importancia de esa variable es importante. Primero, en el caso de las fuentes que suponen una vinculación interactiva de un horizonte temporal largo, como la realización de proyectos conjuntos con otras empresas o universidades. Segundo, en el caso de las fuentes que requieren mayor gasto de recursos para acceder a las mismas, como las visitas de plantas y la asistencia a ferias y congresos. La desigual importancia de los congresos entre las grandes sugiere mayor preocupación por acceder a conocimientos más básicos. Tercero, en la explicación de las fuentes externas de las empresas muy pequeñas, muchas de las cuales tienen un comportamiento innovador destacado. En este caso, los clientes resultan una fuente comparativamente más importante, lo cual refleja que la flexibilidad que les da el tamaño les permite atender más los requerimientos de los clientes y aprender de la propia vinculación. Asimismo, destaca el uso del servicio de consultas con el sector público, lo cual puede ser resultado de un uso eficiente de los instrumentos de apoyo a las micro, pequeña y mediana empresas establecidos en los últimos años.

27. J. Baldwin, *op. cit.*

Relaciones técnicas externas: complementariedad o sustitución de las capacidades propias

Si bien el principal origen de las innovaciones descansa en fuentes internas, las empresas usan fuentes externas de conocimiento tecnológico y establecen ciertos vínculos con otras empresas y universidades y centros.

El objetivo de este punto es identificar la relación entre los vínculos externos que establecen las empresas para desarrollos tecnológicos, los niveles de ID de las mismas y el desempeño innovador. Asimismo, interesa analizar la hipótesis de complementariedad o sustitución entre la actividad de ID interna y externa.

La encuesta presenta varias preguntas que se refieren a la dimensión de las relaciones externas. Se decidió utilizar una pregunta que recoge las vinculaciones para el desarrollo de nuevos productos y el diseño de procesos con diversos agentes: empresas nacionales y extranjeras y universidades y centros de investigación. Esta pregunta permite comparar con la misma base los vínculos establecidos con los agentes.²⁸

Dada la definición de innovación adoptada, la ID es sólo una de las actividades relacionadas con el proceso de innovación.

28. En el apartado anterior se empleó otra pregunta para evaluar las relaciones con la universidad, la cual refleja el uso de las universidades y los centros como fuente de conocimiento. En esta sección interesan los vínculos tecnológicos y no las fuentes de conocimiento, por lo cual se decidió utilizar esta pregunta.

C U A D R O 4

CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS POR NIVEL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (ID)

Nivel de ID	Personas	Empresas	Desempeño innovador			
			Más alto	Alto	Medio	Bajo
10 o más	11	11	5	2	3	1
5 a 9	24	24	5	2	12	5
3 a 4	45	45	6	11	16	12
1 a 2	49	49	6	7	18	18

La ID constituye una de las fuentes de las ideas innovadoras y puede participar en otras etapas de dicho proceso en las que se requiera la solución de problemas.²⁹

Los resultados presentados muestran que la ID es la fuente principal de las ideas innovadoras en la industria química mexicana y que su importancia se relaciona con el desempeño innovador. Resultados semejantes se presentaron en los países de la OCDE.

Los indicadores que miden la actividad de ID resultan en una variable sustitutiva de la capacidad innovadora de las empresas de mayor tamaño relativo. En el caso de las pequeñas la ID no refleja dicha capacidad, lo que puede deberse a varias causas, por ejemplo, los esfuerzos de ID están más dispersos o son más difíciles de captar o bien las empresas recurren a otras fuentes internas o externas de innovación.

Para el análisis de la relación entre ID y vinculaciones externas se seleccionó una submuestra de 126 empresas que tienen al menos una persona en funciones de ID.³⁰ Las empresas se clasificaron de acuerdo con la cantidad de empleados en esas labores.³¹ Los resultados se presentan en el cuadro 4.

La gráfica 3 presenta las vinculaciones de las empresas para el desarrollo de productos y procesos con otras empresas y universidades y centros de investigación. Las empresas se clasifican de acuerdo con su nivel de ID.

1) En todos los grupos las relaciones externas para el desarrollo de productos y procesos se establecen más frecuentemente con empresas extranjeras. La importancia de dicha relación sugiere la persistencia en la industria nacional de bajos niveles de acumulación tecnológica, la falta de articulación interna y la tradicional opinión de los altos directivos de que no deben hacer investigación y que sólo la tecnología importada es buena.

29. OCDE, *op. cit.*, p. 20.

30. El manual de Frascati señala que se deben incluir las empresas que informan que al menos una persona se dedica de tiempo completo a las funciones de ID. En el caso del presente artículo se desconoce el porcentaje del tiempo dedicado, pero se optó igualmente por ese número.

31. Un análisis de las actividades de ID basado en la encuesta pero con diferentes preguntas de investigación se encuentra en R. Arvanitis, "¿Por qué hacer I&D en un país en vías de desarrollo? Las actividades de I&D de las empresas de la industria química mexicana", ponencia presentada en la conferencia Management and New Technologies, 1996.

2) A partir de cierto nivel de ID (tres personas asignadas) se observa una relación inversa entre la importancia de los vínculos con las empresas extranjeras y el nivel de ID. Esto sugiere la existencia de un efecto de sustitución entre la ID interna y la externa. Por otro lado, el comportamiento divergente del grupo de empresas con menor número de personas dedicadas a la ID (1 y 2 personas) podría indicar que se requiere cierto nivel mínimo de ID interna para establecer relaciones de desarrollo tecnológico con otras instituciones, en concreto con las empresas extranjeras.

3) La relación con otras empresas nacionales parece responder positivamente al aumento de las actividades de ID. Pero también se requiere un nivel mínimo de capacidades tecnológicas para que la empresa pueda hacer uso de esa fuente de apoyo al desarrollo tecnológico interno.

4) Las empresas con más de 10 personas en actividades de ID establecen con mayor frecuencia relaciones con universidades. Esto es congruente con la hipótesis de complementariedad entre la ID interna y la realizada en conjunto con esas instituciones. En este sentido la relación con la universidad se puede ver como una estrategia para fortalecer las capacidades tecnológicas. Por el contrario, la menor relación de empresas con menor nivel de ID sugiere que la universidad es menos útil para las empresas que no han acumulado suficientes capacidades para transformar sus problemas en propuestas de desarrollo tecnológico. Este resultado es congruente con el argumento de Malerba, quien señala que los conocimientos que ofrece la universidad a las empresas no sólo no están listos para usarse inmediatamente, sino que no son fáciles de comprender.³²

5) Los resultados sobre las relaciones con centros de investigación y universidades de las empresas con mayor nivel de ID no son diferentes a los del *Pace Questionnaire* para las empresas químicas europeas que hacen ID. Dicho informe señala que 25.9% de estas empresas considera que las universidades y los centros de investigación son una fuente muy importante de conocimiento. Los resultados del presente artículo muestran que las empresas con mayor nivel de ID tienen relaciones con estas instituciones en un porcentaje similar.³³ Sin embargo, la encuesta no revela el contenido de dichas relaciones, el cual puede ser diferente.

A diferencia de los niveles de ID, el desempeño innovador de las empresas, como se definió, es una variable con poco valor explicativo de las vinculaciones para el desarrollo de productos y procesos. El desempeño innovador presenta una relación positiva con la existencia de vínculos con empresas extranjeras y negativa con empresas nacionales, pero los resultados no son muy contundentes.

La variable tamaño se relaciona positivamente con la tendencia a establecer relaciones con otras empresas nacionales y extranjeras. En el caso de las relaciones con la universidad se destaca una frecuencia relativamente mayor de las empresas muy pequeñas, al mismo nivel que las grandes; 58% de las empre-

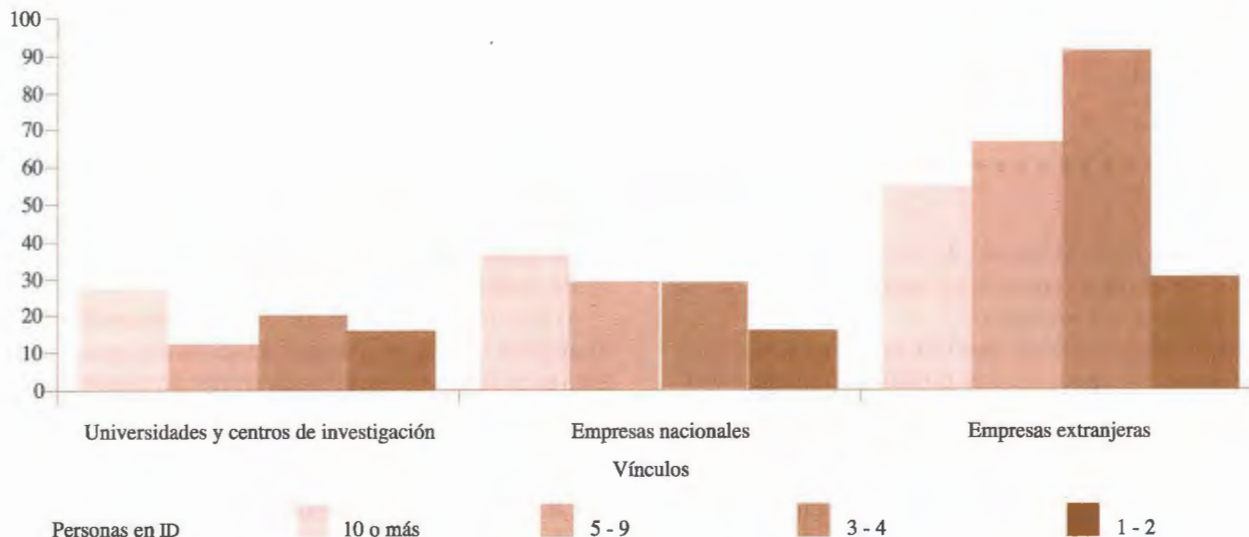
32. F. Malerba, F. Lissoni y S. Torrisi, *op. cit.*

33. A. Arundel, G. Van de Paal y L. Soete, *op. cit.*

G R Á F I C O 3

ID Y VÍNCULOS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA (MUESTRA: 129 EMPRESAS)

Respuestas (%)



sas de alto desempeño innovador son muy pequeñas, que introducen muchas innovaciones al país. Por sus restricciones financieras, de personal e infraestructura, esas unidades recurren más a agentes nacionales para el desarrollo de productos y procesos. En muchos casos usan las propias instalaciones de la universidad como una extensión de sus propias capacidades.³⁴ Existe en este caso un uso de la universidad como sustitución de sus capacidades tecnológicas, lo cual puede contribuir a explicar su mayor importancia relativa.

Este resultado sugiere que la estructura de estímulos debe ser diferente por tamaño. Al tener una estructura de investigación más formalizada y desarrollada, las empresas grandes pueden usar más fácilmente las universidades y los centros de investigación como fuente de conocimiento tecnológico. Tienen interlocutores, que son sus mismos investigadores, que facilitan la traducción de los diferentes lenguajes.³⁵ Las empresas de menor tamaño tienen menos gente asignada a la función de ID por su propio tamaño. También hacen esa función de vinculación, pero son más activas en la búsqueda de alternativas en la economía nacional porque no tienen el poder económico para buscar fuera el conocimiento. Las pequeñas recurren más a empresas nacionales y las muy pequeñas a universidades.

En general las empresas consideran que tienen poca relación con universidades y centros de investigación. La causa que se

34. En la taxonomía desarrollada por R. Arvanitis y D. Villavicencio, estas empresas se denominan "empresas académicas".

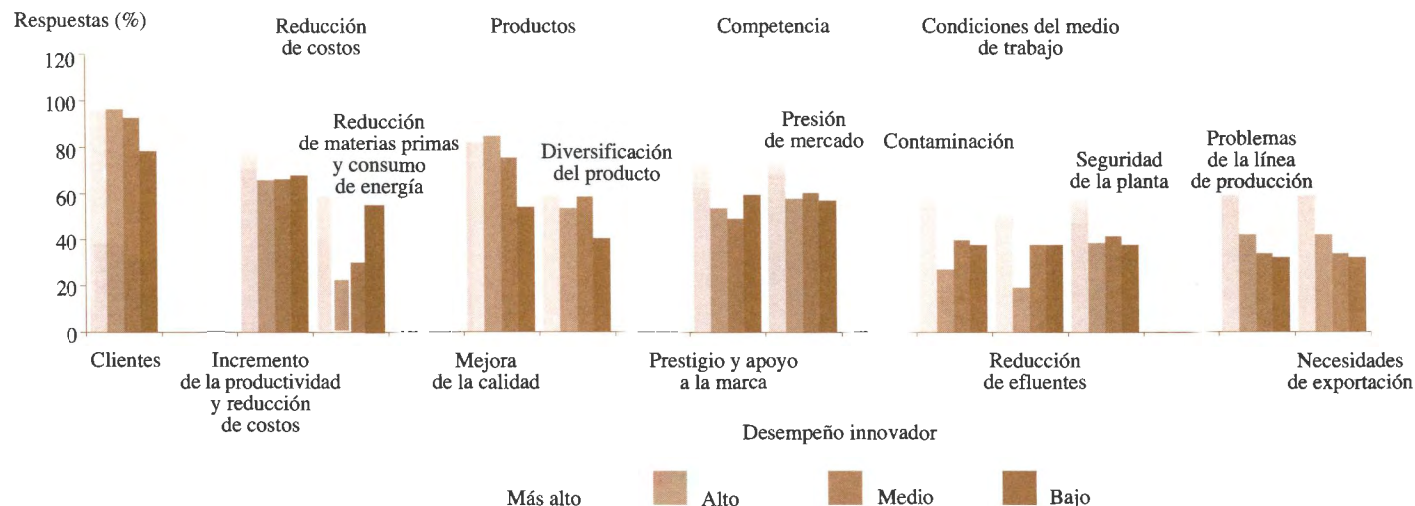
35. G. Dutrénit *et al.*, "La vinculación universidad-empresa en un macroproyecto de polímeros", *Comercio Exterior*, vol. 46, núm. 10, octubre de 1996, México, pp. 808-816.

señala con más frecuencia se refiere al desconocimiento de la oferta universitaria, lo cual denota la falta de canales de comunicación entre universidad e industria.³⁶ En otros casos se podría explicar por la importancia de la visión de sustitución de la ID interna o por el poco interés en desarrollar innovaciones. En relación con el argumento de sustitución, las cinco empresas de más alto desempeño innovador con más de 10 personas en ID han tenido relaciones de investigación con la universidad y, en general, tienen la perspectiva de que la investigación en universidades y centros de investigación sustituye sus propias actividades de ID.

Sin embargo, si se incluye en las relaciones técnicas con universidades y centros de investigación el rubro asistencia técnica, se observa un crecimiento significativo del número de empresas que guardan relaciones con esas instituciones. Esto sucede en todos los grupos de la taxonomía de desempeño innovador, lo cual denota que las empresas de más alto desempeño, así como otras muy innovadoras, no tienen muy claro qué pueden esperar de dichas relaciones. Hacen de ellas un uso ineficiente y pobre en cuanto recurso para la actividad innovadora.

36. R. Arvanitis y G. Dutrénit, "¿La investigación tecnológica básica: ciencia pública o ciencia privada?", *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 59, núm. 3, 1997, México, pp.83-108; R. Casas y M. Luna (coords.), *Gobierno, academia y empresas en México: hacia una nueva configuración de las relaciones*, UNAM y Plaza y Valdez, México, 1997, y M. Casalet, "The Institutional Matrix and its Main Functional Activities Supporting Innovation", en M. Cimoli (coord.), *Developing National Innovation Systems: Mexico in a Global System*, Pinter Publishers, de próxima aparición.

MOTIVOS MÁS IMPORTANTES PARA INNOVAR DE LAS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA (MUESTRA: 138 EMPRESAS)



En las empresas de más alto desempeño destaca también la desconfianza en los plazos para explicar la baja relación. Estas empresas están apuradas por el mercado y buscan más desarrollos que investigación. La universidad no ofrece desarrollos, por lo cual acuden a otros agentes.

La variable tamaño introduce como causa adicional los problemas legales para formalizar la vinculación. Esto refleja que no han sido suficientes los esfuerzos que ha realizado la universidad para simplificar trámites.

MOTIVOS, ESTÍMULOS Y OBSTÁCULOS PARA LA ACTIVIDAD INNOVADORA

Una parte importante de la literatura sobre innovación se ha centrado en identificar los motivos que inducen a las empresas a incorporar innovaciones, así como los factores que pueden estimular u obstaculizar esta actividad.³⁷ En lo que sigue se analiza la evidencia obtenida para el caso de la industria química mexicana.

Razones más importantes para la actividad innovativa

La gráfica 4 presenta los resultados obtenidos sobre los motivos más importantes para innovar de las empresas clasificadas

según su desempeño innovador. Los principales resultados se describen a continuación.

1) No se observa una relación directa entre los grupos de empresas clasificados de acuerdo con el desempeño innovador y los motivos señalados para innovar.

2) Las empresas de más alto desempeño consideran importantes factores de naturaleza muy distinta, como los requerimientos de los clientes, la reducción de costos, los cambios en los productos, el cuidado del ambiente y otros. Pareciera que este grupo de empresas sufre presiones de índole muy diversa generadas por el gobierno, los competidores en el mercado nacional y la inserción en el mercado internacional.

3) El motivo más importante para realizar innovaciones y mejoras a productos y procesos en todos los grupos es satisfacer los requerimientos de los clientes, lo cual sugiere que es una respuesta al actual entorno de apertura y la presión por asegurarse los mercados. La importancia de la calidad y la presión de la competencia refuerzan las motivaciones asociadas a una respuesta al nuevo ambiente competitivo.

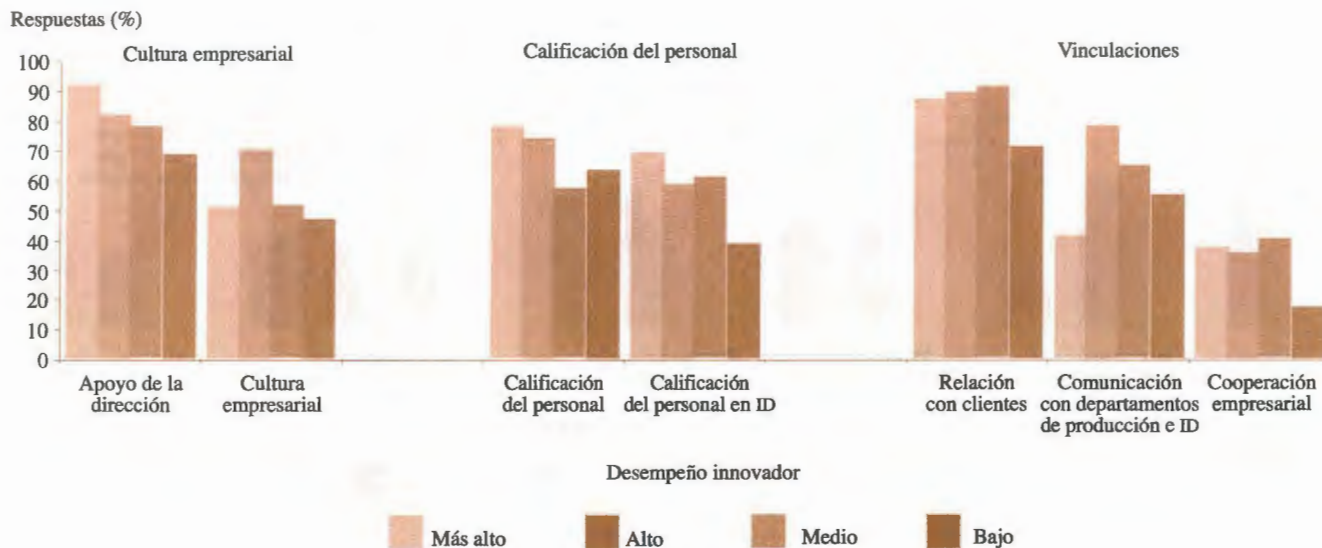
4) La relevancia concedida a mejorar la calidad de los productos también revela la naturaleza de la innovación, con un mayor contenido de mejoras incrementales que de innovaciones radicales.

5) La importancia de los indicadores relativos a cambios en los productos y a la reducción de costos sugiere que no sólo se siguen trayectorias de innovaciones de producto, sino que las sendas tradicionales de innovaciones de proceso continúan siendo cruciales. Un resultado semejante se presenta en la industria española en general y en la industria europea de máquinas de cómputo y oficina. Este fenómeno es particularmente interesante

37. C. Freeman, *op. cit.*; R. Rothwell, *op. cit.*, y A. Van de Ven, H. Angle y M. Poole, *Research on the Management of Innovation*, Harper and Row, Nueva York, 1989.

G R Á F I C A 5

FACTORES QUE TUVIERON UNA INFLUENCIA POSITIVA EN LA ACTIVIDAD INNOVADORA EN LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA (MUESTRA: 138 EMPRESAS)



en el caso de las empresas de más alto desempeño, las cuales por definición desarrollan innovaciones de producto en escala mundial y son las que de forma más generalizada señalan la reducción de costos como motivo para la innovación.³⁸

6) Las compañías de más alto desempeño responden más a presiones del gobierno, de la ISO 9000 y de los mercados de exportación para generar innovaciones no asociadas inmediatamente a la rentabilidad, como es la solución de problemas de contaminación, la disminución de la generación de afluentes y la mejora en la seguridad de la planta.³⁹

Principales estímulos y obstáculos de la actividad innovadora

La gráfica 5 presenta los factores que tuvieron una influencia positiva en la actividad innovadora de las empresas clasificadas de acuerdo al desempeño innovador. Los principales resultados son los siguientes.

1) La cultura de la empresa destaca como un factor estimulante generalizado en las empresas de todos los grupos. En la cultura las empresas identifican el apoyo de la gerencia como

una variable crucial. Sin embargo, la frecuencia de esta última se relaciona con el desempeño innovador. A mayor esfuerzo innovativo en la materia las empresas tienden a identificar con más frecuencia el papel de la gerencia. Este resultado pone en duda la percepción de que las capacidades tecnológicas en sí mismas pueden explicar el desempeño innovador, como parece derivarse de la literatura sobre acumulación de capacidades tecnológicas.⁴⁰

2) La calificación del personal no aparece como una limitación de la actividad innovadora; por el contrario, todos los grupos señalan que disponen del personal y eso ha tenido una influencia positiva. Esto pone en tela de juicio el argumento de que la falta de personal calificado es una limitante importante de la actividad innovadora en países como México.

3) El contacto estrecho con los clientes constituye uno de los factores más importantes para el desarrollo de innovaciones; asimismo, como se señaló, es un motivo para innovar.

Hay un menor consenso en los factores que han obstaculizado la actividad innovadora de las empresas en relación con los factores que la han estimulado. En el caso de los primeros, el de mayor frecuencia corresponde a menos de 60% de las empresas. Esta situación también se presenta en las empresas de más alto desempeño innovador. Ello puede ser reflejo de que el cuestionario no incluye todos los factores importantes o de que no ha habido un análisis sistemático de las experiencias.

Los factores económicos y financieros son las limitantes más importantes. En particular, el elevado costo del crédito banca-

38. J.L. Cervera y C. Angulo, "Innovation in Industrial Spanish Firms", documento presentado en la conferencia Innovation Measurement and Policies, Luxemburgo, 1996, y F. Malerba, F. Lissoni y S. Torrisci, *op. cit.*

39. Los mismos resultados fueron encontrados por F. Malerba, F. Lissoni y S. Torrisci, *op. cit.*, y por J.L. Cervera y C. Angulo, *op. cit.*

40. M. Bell y P. Pavitt, *op. cit.*, y S. Lall, *op. cit.*

rio es el factor con mayor consenso y su recurrencia se relaciona con el esfuerzo innovador de las empresas. La importancia del alto costo del crédito se asocia a la experiencia propia de la empresa; el capital de riesgo es prácticamente inexistente en el país y para innovar las empresas recurren a recursos propios o al crédito bancario.⁴¹

Los factores que atañen al Estado son relevantes para las empresas de más alto y de bajo desempeño innovador, pero con un perfil diferente. En el caso de las primeras, refleja que las empresas que desarrollan una actividad innovadora más intensa no han tenido una estructura de apoyo estatal suficiente. Por el contrario, en el caso de las segundas, los problemas se asocian más a su falta de capacidad para enfrentar las restricciones legales, la burocracia o las regulaciones gubernamentales.

Sobre los proyectos de desarrollo tecnológico es interesante destacar dos aspectos. Primero, consideran crucial el elevado costo del desarrollo tecnológico de un porcentaje mayor de empresas con menor intensidad innovadora, lo cual refleja que tienen una visión de la tecnología más como un costo que como un medio para incrementar los beneficios. Segundo, las empresas de más alto desempeño tienden a señalar en una mucho mayor proporción que la baja rentabilidad de los proyectos de desarrollo ha constituido una limitante. Esto se asocia a la dificultad para identificar el valor de la tecnología y obtener así un mayor apoyo de la dirección de la empresa para desarrollar estos proyectos.

La variable tamaño resulta más significativa en la identificación de los obstáculos a la actividad innovadora que en los factores que la estimulan. Respecto a los factores que tuvieron una influencia positiva en la innovación se observa un vínculo entre el papel de la alta dirección y el tamaño. Cuanto mayor es la organización más crucial es el apoyo de la alta dirección para aprobar y financiar los proyectos de innovación. Por el contrario, la alta frecuencia en el caso de las empresas muy pequeñas refleja el carácter unipersonal de sus directivos. Entre los factores limitantes destaca que las variables económicas y financieras son más cruciales para las empresas muy pequeñas. En particular la falta de capital de riesgo y el elevado costo del desarrollo tecnológico aparecen para este grupo como factores relativamente más importante.

CONSIDERACIONES FINALES

Las fuentes internas son significativamente más importantes que las externas para todos los grupos de empresas de la industria química mexicana, con independencia del desempeño innovador y del tamaño. El principal origen de las innovaciones radica en las actividades propias de las empresas. Al igual que se ha observado en otros estudios sobre innovación,

41. La importancia de los factores económicos y financieros como principal limitante de la innovación se examina en los trabajos de F. Malerba, F. Lissoni y S. Torrisci, *op. cit.*

la ID es la principal fuente interna de las que innovan en escala mundial. Las que hacen innovaciones en el ámbito del país y de la propia empresa descansan más en actividades de ingeniería y menos en ID.

2) Las fuentes externas usadas con mayor frecuencia son los competidores, los clientes y algunas otras de carácter general. La importancia de los clientes es una característica común en los resultados de las encuestas sobre innovación. Hay un mayor uso de fuentes que suponen sólo el acceso a información relativa a productos y mercados (revistas, ferias, visitas) y no las que suponen el establecimiento de un vínculo institucional (relaciones con otras empresas o con universidades y centros de investigación).

Una forma importante de aprendizaje y fuente de conocimientos tecnológicos parece ser la visita a plantas de competidores. Su importancia sugiere que uno de los problemas cruciales de la industria se relaciona con la solución de los problemas del día a día en las líneas de producción y no con el desarrollo de ideas innovadoras. Asimismo, parece indicar que hay una primacía de estrategias imitativas de innovación, incluso en las empresas de más alto desempeño innovador.

3) Para el desarrollo de productos y procesos las empresas tienden a establecer más relaciones con empresas extranjeras que con nacionales o universidades y centros de investigación, al margen del desempeño, el tamaño o el grado de la ID. Sin embargo, este último es la variable que mejor explica las diferencias del comportamiento de las empresas hacia sus relaciones externas con todos los agentes. La evidencia sugiere que se requiere un nivel mínimo de personal en actividades de ID (tres personas) para establecer vínculos con otras empresas.

La relación negativa entre nivel de ID y vínculos con las empresas extranjeras sugiere la existencia de un efecto de sustitución entre la ID interna y la externa. Por el contrario, en el caso de las relaciones con universidades y centros de investigación y con empresas nacionales pareciera existir un efecto de complementariedad; las empresas con mayor nivel de ID son las que más se vinculan.

4) El tamaño de la empresa parece ser una variable importante para explicar las diferencias en el acceso a fuentes externas. Esto refleja la importancia de los costos asociados al uso de fuentes externas de conocimiento y la necesidad de tener cierta infraestructura para acceder y procesar la información que se obtiene con diferente grado de complejidad. El análisis muestra que hay un grupo de empresas muy pequeñas que tienen relaciones con las universidades y los centros de investigación. La mitad de las empresas de alto desempeño innovador son muy pequeñas, que introducen muchas innovaciones al país. Por sus características, estas empresas recurren más a la universidad para el desarrollo de productos y procesos. Existe en este caso un uso de la universidad como complemento de sus capacidades tecnológicas. Este resultado sugiere que la estructura de estímulos debe ser diferente por tamaño.

5) Las empresas consideran que tienen poca relación con universidades y centros de investigación. Sin embargo, los niveles informados no son diferentes a los observados en estudios

sobre otros países. Este trabajo no permite identificar el contenido de las relaciones, el cual puede diferir.

Existe una idea generalizada en las empresas de más alto desempeño de que la causa de su poca relación radica en el desconocimiento de la oferta universitaria. Esto en sí denota la falta de canales de comunicación entre universidad e industria. Adicionalmente, la importancia del argumento de que no necesitan a la universidad porque tienen su propio centro de ID muestra que estas empresas tienen la visión de que la investigación realizada en universidades y centros de investigación es sustituta de sus propias actividades de ID.

Las empresas con mayor nivel de ID tienen con más frecuencia relaciones con la universidad. Esto es congruente con la hipótesis de complementariedad entre la ID interna y la realizada en conjunto con la universidad. En este sentido la relación con la universidad puede ser vista como una estrategia de la empresa para fortalecer las capacidades tecnológicas. Por el contrario, la menor relación de empresas con menor nivel de ID sugiere que la universidad es menos útil para las empresas que no tienen capacidad de traducir y transformar sus problemas en propuestas de desarrollo tecnológico.

Los resultados presentados sobre las relaciones con las universidades y los centros de investigación sugieren cierto grado de inmadurez de las empresas. Éstas establecen relaciones con la universidad como fuente de información para apoyar sus proyectos, pero no han logrado entender la naturaleza de las relaciones que han establecido. Usan a la universidad como un complemento de sus actividades pero la perciben como un sustituto.

6) No parece haber una clara relación entre los motivos señalados para desarrollar innovaciones y la clasificación de las empresas por tamaño y desempeño innovador. Las empresas de más alto desempeño consideran como motivos importantes factores de naturaleza muy distinta, como los requerimientos de los clientes, la reducción de costos, los cambios en los productos, el cuidado del ambiente y otros. Pareciera que este grupo de empresas se enfrenta a presiones de naturaleza muy diversa generadas por el gobierno, los competidores en el mercado nacional y la inserción en el mercado internacional.

Los motivos más importantes que influyeron en la realización de innovaciones y mejoras a productos y procesos para todos los grupos fueron satisfacer los requerimientos de los clientes, mejorar la calidad de los productos y reducir los costos. Resulta interesante que se sigan al mismo tiempo dos estrategias señaladas como antagónicas.⁴² Esto sugiere que a pesar del cambio en el entorno de apertura y la orientación a los clientes, las trayectorias tradicionales de innovaciones de proceso continúan siendo cruciales. Este fenómeno es particularmente interesante en el caso de las empresas de más alto desempeño innovador, las cuales por definición desarrollan innovaciones de producto en escala mundial y son las que de forma más generalizada señalan la reducción de costos como motivo para la innovación.

7) El apoyo de la dirección destaca como un factor estimulante de la actividad innovadora y se relaciona con el desempe-

ño innovador de las empresas y el tamaño. A mayor esfuerzo innovador o mayor tamaño, las empresas tienden a identificar con más frecuencia el papel de la dirección. Esto refleja la importancia del tema de los compromisos tecnológicos en los procesos de innovación y de acumulación tecnológica y el hecho de que la capacidad tecnológica de la empresa no es suficiente para explicar su comportamiento innovador.

8) Los factores económicos y financieros se señalan como limitantes muy importantes de la actividad innovadora, en particular el elevado costo del crédito bancario. Asimismo, en el caso específico de las de más alto desempeño se señala de forma generalizada la falta de apoyo estatal. Estos elementos sugieren una debilidad de la estructura de apoyo por parte del Estado y la necesidad de mecanismos financieros específicos para apoyar la actividad innovadora.

Se advierte una diferente visión de la tecnología como costo o inversión de las empresas de acuerdo al desempeño innovador.⁴³ Las empresas de menor desempeño innovativo la perciben más como un costo, mientras que las de más alto la consideran más como una inversión. En este sentido, se preocupan por la rentabilidad de los proyectos de desarrollo. Esto se asocia a la dificultad para identificar el valor de la tecnología y obtener así un mayor apoyo de la dirección de la empresa para desarrollar estos proyectos.

9) Finalmente, es importante mencionar algunas enseñanzas que se derivan de los problemas que se confrontaron a la hora de procesar y analizar la información. Su consideración puede ser de utilidad para la formulación de futuras encuestas.

- Es necesario conocer la realidad nacional, pero también hacer comparaciones en escala internacional. Para esto es importante ajustar los cuestionarios a las especificidades nacionales y las interpretaciones propias, pero también ser flexibles a otras percepciones de los problemas en aras de la comparación.

- Otro problema que dificulta la comparación es el uso de escalas distintas para la respuesta a las preguntas. Por ejemplo, esta encuesta usó la escala de 0-4 y no de 1-5, como es común en las encuestas basadas en el Manual de Oslo.

- Las preguntas de respuesta simple (sí o no) dicen poco sobre la complejidad del comportamiento tecnológico de los agentes; es necesario formularlas con una escala de importancia para discriminar las diferencias más sutiles en los comportamientos.

- Las preguntas sobre el número de innovaciones o el grado de novedad de las innovaciones usualmente dan resultados arbitrarios. No se preguntó en detalle sobre: a) la cantidad de innovaciones de acuerdo con la novedad o por lo menos el grado de novedad de las innovaciones más importantes, y b) la calidad y el tipo de innovaciones (espurias o reales, incrementales o radicales). Eso no permite discriminar y clasificar acorde a la naturaleza e intensidad del proceso innovativo.

- En relación con la ID no se dispone de la frecuencia con que se desarrollan estas actividades, lo cual mide el compromiso real de la empresa con dichas actividades. 