



## Aproximación econométrica de la relación Actividad Innovadora y Desempeño Económico: el caso de México

**Tema:** Políticas públicas, organización industrial y desarrollo tecnológico.

**Categoría:** Trabajo académico

Maria Del Pilar Monserrat Pérez Hernández

Instituto Politecnico Nacional

**E-mail:** mpilarmph2003@yahoo.com.mx

Fernando Barceinas

UAM - IZTAPALAPA

**E-mail:** fernando@hotmail.com

Gabriela Dutrénit

Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)

**E-mail:** gdutrenit@laneta.apc.org

### Resumo:

El desarrollo y perfeccionamiento de los indicadores de innovación ha permitido explorar la relación entre la actividad innovadora y el desempeño económico de las empresas. A partir de los modelos de Crepon, Duguet y Mairesse (1998) y de Mairesse y Mohnen (2003), un conjunto de trabajos han explorado esta relación en diferentes países. Este trabajo aplica el modelo de Mairesse y Mohnen (2003) al caso mexicano y analiza las principales diferencias en los resultados obtenidos. Para esto se utiliza la Encuesta Nacional de Innovación 2001 de México. Los hallazgos más importantes son: (i) las capacidades tecnológicas de las empresas, expresadas a través de la importancia de las fuentes internas de información, son el factor más importante que las motiva a destinar mayores recursos a la Investigación y Desarrollo (I&D); (ii) la productividad del proceso de innovación está relacionada a la introducción de innovaciones de producto, (iii) la obtención de innovaciones de producto está asociada al tamaño de la empresa y las condiciones de la industria, y (iv) la realización de innovaciones de proceso está asociada positivamente al tamaño de la empresa y a la intensidad de las actividades de I&D, y negativamente a la información de las patentes. En este sentido, el tamaño de las empresas medido por el empleo parece ser determinante de los resultados de innovación observados en el caso mexicano, en otras palabras, se requiere un cierto tamaño para obtener resultados innovadores en los sectores de alta tecnología. Adicionalmente, factores asociados a las capacidades internas determinan fuertemente la decisión de innovar de estas empresas.

**Palavras-chave:** actividad innovadora, desempeño económico, empresas manufactureras mexicanas, modelo econométrico



## 1. Introducción

Las aportaciones de Holland y Spraragen (1933), Bernal (1939) y Solla Price (1963) sentaron las bases para la aproximación empírica al fenómeno de la innovación. Pero los análisis pioneros respecto a las estadísticas de innovación fueron hechos por Schmookler (1950), al examinar las estadísticas de patentes. Posteriormente, hubo una afluencia de estadísticas de innovación en los sesenta, que permitieron generar una nueva concepción de la actividad innovadora. Así surgieron diversos enfoques que recopilan información proveniente de las actividades de innovación desde diferentes perspectivas: (i) el enfoque de sujeto, y (ii) el enfoque de objeto. Los progresos de la evidencia empírica mostraron que las características del proceso de innovación se caracterizaban por la interacción y posteriormente la integración entre las diferentes etapas (Kline y Rosenberg, 1986). Esto condujo a la necesidad de redefinir el marco metodológico de las estadísticas de innovación.

La principal presión para perfeccionar la medición de la actividad innovadora provino tanto de los *policy makers* como de los académicos. Así la familia de manuales de la OCDE jugó un papel decisivo en la normalización de las estadísticas de ciencia y tecnología.<sup>1</sup> En particular, el Manual de Oslo contribuyó a definir más claramente el concepto de innovación y medir sus determinantes y resultados.

Este avance permitió implementar la primera encuesta de innovación de la comunidad europea CIS 1 (por sus siglas en inglés) a principios de los noventa y posteriormente la CIS 2 (a mediados de los noventa). Ambas encuestas han permitido analizar, cada vez con mayor precisión, una nueva dimensión de las actividades de innovación y la relación de la actividad innovadora con factores de desempeño tecnológico y económico. Más allá de los avances significativos obtenidos, el examen de la información resultante de las encuestas de innovación todavía enfrenta problemas de disponibilidad y comparabilidad de las mismas.

Los actuales indicadores han permitido traspasar los límites de la actividad innovadora y profundizar en las características del proceso innovador al interior de la empresa, lo cual permite identificar patrones de comportamiento. Así los temas de debate son si la actividad innovadora impulsa el desempeño de las empresas o, por el contrario, lo que motiva la actividad innovadora es la búsqueda de un mejor desempeño. En particular modelos como el de Crepón, Duguet y Mairesse (1998)<sup>2</sup> (en adelante modelo CDM) buscan esclarecer el funcionamiento de la actividad innovadora en su conjunto, es decir, resumen el proceso que va desde la decisión de la empresa para comprometerse con las actividades de investigación y desarrollo (I&D), hasta el uso de las innovaciones en sus actividades de producción, para ello proponen la distinción de tres procesos dentro de la actividad innovadora: insumo, proceso y resultado.

Este modelo ha sido aplicado por varios autores, adaptándolo a la disponibilidad y calidad de la información disponible en diferentes países. Trabajos como el de Mairesse y Mohnen (2003)<sup>3</sup> vinculan de manera integral los procesos de *Technology push* y *Demand pull*, que sin duda es un aporte significativo a la discusión.

<sup>1</sup> Para ver literatura sobre la evolución de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación, vease Godin (2003).

<sup>2</sup> Emplean los datos de la CIS 1 para empresas francesas. Como no se recolectaron datos económicos de las empresas, los autores complementaron la información de la encuesta con información de otras fuentes (e.g. Balances y Estados de Resultados de las empresas).

<sup>3</sup> Este trabajo, al igual que otros que utilizan el modelo CDM, se basa en el CIS 2, e incorpora variables como nivel de ventas, nivel de activos, etc.



Bajo este panorama, el trabajo tiene como objetivo analizar la relación entre actividad innovadora y desempeño económico en el sector manufacturero mexicano a partir del modelo econométrico de Mairesse y Mohnen (2003), y discutir las particularidades del caso en relación a los hallazgos obtenidos en un conjunto de países europeos.

El trabajo consta de cuatro secciones, después de esta introducción, la segunda sección presenta las dos formas en que la literatura aborda la relación entre actividad innovadora y desempeño, en la tercera sección se estima el modelo de Mairesse y Mohnen (2003) para el caso mexicano y, finalmente, se presentan las conclusiones.

## **2. La relación entre actividad innovadora y desempeño económico**

Si bien la disponibilidad de información ha permitido abordar el tema de la relación entre la actividad innovadora y el desempeño económico de las empresas, la evidencia empírica es aún insuficiente. Esto se explica por dos razones, por un lado, la realización de encuestas de innovación es relativamente reciente y, por otro, el acercamiento a la cuantificación de la fase de proceso de la actividad innovadora es muy incipiente.

Dentro de los esfuerzos por identificar las relaciones entre la actividad innovadora de las empresas con su desempeño económico se pueden observar dos vertientes: (i) los enfoques determinísticos,<sup>4</sup> que analizan elementos idiosincráticos como la nacionalidad, el tipo de industria, el tamaño de la empresa, etc.; y (ii) los enfoques sistémicos, que establecen sistemas de ecuaciones donde se entrelazan elementos estructurales de oferta y demanda de tecnología como condicionantes del desempeño de las empresas. Estos últimos trabajos utilizan los resultados de las encuestas de innovación de los noventa.

Los enfoques sistémicos son de interés en este trabajo porque analizan la actividad innovadora de una manera integral y con una mayor aproximación al desempeño económico. Por ejemplo, Sandven (1998) usa los datos de la encuesta de innovación de Noruega de 1992, junto con los datos de contabilidad para el período 1991-1997, para analizar si los indicadores de innovación funcionan cuando son confrontados con los datos contables. Sus resultados establecieron varias asociaciones estadísticamente significantes entre las variables de innovación y de desempeño económico.

El modelo CDM propone un acercamiento empírico a la evaluación de los impactos de la innovación en tres etapas de la actividad innovadora: (i) entrada (o insumos), cuando las empresas deciden invertir en actividades de I&D; (ii) proceso, visto a través de cómo influye la actividad innovadora en la productividad total de la empresa, y (iii) resultados de la actividad de innovadora en el desempeño económico de la empresa.

Este modelo ha sido aplicado por varios autores.<sup>5</sup> Por otro lado, Mairesse y Mohnen (2003) adaptan el modelo CDM al CIS 2 y estiman los resultados para cuatro países europeos. En esta investigación se retoma su propuesta para analizar la Encuesta Nacional de Innovación 2001 (ENI 2001) de México.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> Estos enfoques enfatizan que las decisiones de innovación de la empresa giran alrededor de un elemento, que determina los esfuerzos y recursos a innovar, alrededor del cual se aglutina el resto de los elementos involucrados. (Pérez, 2004)

<sup>5</sup> Véase, por ejemplo, Benavente (2002), Lööf, y Heshmati (2002), Van Leeuwen G. (2002), entre otros.

<sup>6</sup> Existen dos estudios basados en las Encuestas de Innovación en México que aplican distintos modelos econométricos. A partir de los resultados de la Encuesta de Innovación de 1997, Martínez (1999) utilizó el modelo de Schulenburg y Wagner (1991), que vincula la innovación a las condiciones de información imperfecta del mercado, por medio de tres condiciones (publicidad, innovación y concentración del mercado). Para examinar los resultados de la ENI 2001, el reporte de CONACYT (2004) aplicó el modelo de Mohnen y Therrien (2002), donde se compara el desempeño de las empresas de manufactura de



### 3. Análisis econométrico de la actividad innovadora y desempeño económico: el caso mexicano

La propuesta de Mairesse y Mohnen (2003) analiza la información proveniente del CIS 2 y, en ese sentido, la ENI 2001 de México es comparable en cuanto usa la misma versión. El cuestionario del CIS 2 y de la ENI 2001 permiten obtener información sólo sobre las empresas innovadoras.<sup>7</sup> Adicionalmente, y con el objetivo de conseguir un cierto grado de homogeneización del sector manufacturero, los autores proponen estudiar únicamente los sectores de alta tecnología (ver cuadro 1). Es importante destacar que el 40% de las empresas innovadoras europeas corresponden a sectores de alta tecnología, mientras que sólo el 15% de las empresas innovadoras mexicanas corresponden a estos sectores.

#### Estructura del modelo

El modelo consta de tres bloques: i) Insumos de la actividad de innovación (insumo), ii) Resultados de la actividad de innovación (resultados), y iii) Proceso de la actividad de innovación, desde el punto de vista de la productividad (proceso). A continuación se presentan las ecuaciones que componen cada bloque.

#### Bloque insumos

La ecuación que define si las empresas realizan I&D es:

$$(1) \quad s_i = 1 \text{ si } s_i^* = x_{0i} b_0 + u_{0i} > 0, \text{ y } s_i = 0 \text{ en otro caso.}$$

Donde  $s_i^*$  define si realizan actividades de I&D,  $x_{0i}$  son las variables de control y estructurales incluidas en este bloque y  $u_{0i}$  es el término de error.

La ecuación que explica la intensidad del gasto en I&D es:

$$(2) \quad r_i = r_i^* = x_{1i} b_1 + u_{1i}, \text{ si } s_i = 1, \text{ y } r_i = 0 \text{ en otro caso}$$

Dónde  $r_i^*$  es la intensidad de I&D,  $x_{1i}$  son las variables de control y estructurales incluidas en este bloque y  $u_{1i}$  es el término de error. Los errores  $u_{0i}$  y  $u_{1i}$  se supone siguen una distribución normal con coeficientes de correlación y errores estándar igual a 1 y  $\sigma_1$  respectivamente.

Las dos ecuaciones forman un modelo generalizado tobit.

#### Bloque resultados

Las innovaciones de procesos son medidas por una variable dicotómica:

$$(3) \quad pc_i = 1 \text{ si } pc_i^* = x_{2i} b_2 + u_{2i} > 0, \text{ y } pc_i = 0 \text{ en otro caso}$$

Donde  $pc_i$  refleja si la empresa realizó innovaciones de proceso,  $x_{2i}$  son las variables de control y estructurales incluidas en este bloque y  $u_{2i}$  es el término de error.

Las innovaciones de producto son medidas por:

$$(4) \quad z_{inno_i} = x_{3i} b_3 + u_{3i}$$

Donde  $z_{inno_i}$  es la participación en las ventas totales de los productos innovadores,  $x_{3i}$  son las variables de control y estructurales incluidas en este bloque y  $u_{3i}$  es el término de error. La variable  $z_{inno_i}$  se generó por medio de la siguiente transformación:  $z_{inno_i} = \log[\text{inno}_i / (1 - \text{inno}_i)]$ , donde  $\text{inno}_i$  es la participación de los productos nuevos y mejorados en el total de las ventas.

Alternativamente, los resultados de la innovación se miden por medio de las patentes:

$$(5) \quad pat_i = 1 \text{ si } pat_i^* = x_{4i} b_4 + u_{4i} > 0, \text{ y } pat_i = 0 \text{ en otro caso}$$

Canadá y Europa (Alemania, Francia, Irlanda y España) y se identifican los determinantes de la probabilidad a innovar o la intensidad de innovación.

<sup>7</sup> Cuando la empresa contesta que no realiza proyectos de innovación, el cuestionario pasa automáticamente a la última sección de la encuesta. El diseño estas encuestas proporcionan escasa información sobre empresas no innovadoras.



Donde  $pat_i$  representa si la empresa solicitó una patente en el periodo de la encuesta,  $x_{4i}$  son las variables de control y estructurales incluidas en este bloque y  $u_{4i}$  es el término de error. Los términos  $u_{2i}$ ,  $u_{3i}$  y  $u_{4i}$  siguen una distribución normal estándar.

La ecuación (4) y (5) son probit y la ecuación (3) corresponde a una regresión lineal.

**Bloque proceso**

La ecuación del proceso de innovación está definida por:

$$(6) \quad \ln(\text{prod}_i) = x_{5i}b_5 + u_{5i}$$

Donde  $\ln(\text{prod}_i)$  es el logaritmo de la productividad del trabajo,  $x_{5i}$  son las variables de control y estructurales incluidas en este bloque y  $u_{5i}$  es el término de error.  $u_{5i}$  sigue una distribución normal con media 0 y error estándar  $\sigma_5$ .

Cada matriz de variables explicativas  $x_{ki}$  ( $k=1\dots 5$ ) contiene en común variables de control y algunas variables idiosincrásicas. La variable de I&D es una variable explicativa en las ecuaciones de los resultados de innovación, y ésta a su vez como variable explicativa en la ecuación de productividad. No obstante, también se prueba un posible efecto directo de la I&D en la productividad, que indicaría la influencia de otros canales distintos a los resultados de la innovación. En el cuadro 2 se presentan las variables incluidas en cada bloque.

El sistema de ecuaciones, basado en el cuadro 1 es el siguiente:

- $x_{COM} = \{\text{industria, país, tamaño, grupo, gobierno}\}$ ,
- $x_0 = \{x_{COM}, \text{deman pull, prox. básica, empresa, clientes, patentes}\}$ ,
- $x_1 = \{x_{COM}, \text{deman pull, prox. básica, empresa, clientes, patentes}\}$ ,
- $x_2 = \{x_{COM}, \text{intensidad I\&D, cost push, clientes, patentes}\}$ ,
- $x_3 = \{x_{COM}, \text{intensidad I\&D, demand pull, patentes}\}$ ,
- $x_4 = \{x_{COM}, \text{intensidad I\&D, demand pull, patentes}\}$ , y
- $x_5 = \{x_{COM}, \text{proceso inno, producto inno}\}$ .

**Cuadro 1. Estructura del modelo Mairesse y Mohnen (2003)**

Determinantes		Bloque insumos		Bloque resultados		Bloque proceso
		Desarrollador Continuo de I&D	Intensidad de I&D	Innovación de proceso	Innovación de producto / patente	Productividad del trabajo
Variables de control	Efectos de la industria	X	X	X	X	X
	Efectos del país	X	X	X	X	X
	Tamaño	X	X	X	X	X
	Pertenencia a grupo	X	X	X	X	X
	Apoyo del gobierno	X	X	X	X	X
Variables estructurales	Intensidad de I&D			X	X	(X)
	Innovación de proceso					X
	Innovación de producto					X
	Demand pull	X	X		(X)	
	Cost push			X		
	Proximidad a investigación básica	X	X			
	Informa de otras empresas	X	X			
	Información de clientes	X	X			
	Información de patentes	X	X	X	X	
	Informac de proveedores			X		

Nota: Las variables entre paréntesis pueden ser o no consideradas en la estimación

Fuente: Mairesse y Mohnen (2003).



### Especificación del modelo

Respecto a los insumos Mairesse y Mohnen (2003) proponen usar los gastos de I&D como medida de los insumos de innovación o, como alternativa, los gastos totales en innovación de la empresa. Para el caso de México se decidió considerar éstos últimos, pues el gasto en I&D en la manufactura alcanza sólo el 9% respecto al total del gasto de innovación. Al igual que en el modelo original, el tamaño de las empresas se midió en términos de su empleo total. La intensidad de los gastos en innovación fue calculada respecto a las ventas, evitando así la posible correlación espuria con la productividad del trabajo, que se obtendría si se utilizara la variable empleo.

Por otro lado, los resultados de la actividad de innovación son estimados por la participación de las ventas innovadoras sobre las ventas totales, es decir, la contribución de los productos tecnológicamente nuevos o mejorados que son resultados de innovaciones en producto y/o proceso. La variable de patentamiento, como una alternativa de medición al producto innovador, se introdujo como variable *dummy* (si la empresa solicitó o no una patente).

Finalmente, y nuevamente siguiendo a Mairesse y Mohnen, la fase del proceso se mide por la productividad del trabajo (medida por la diferencia en logaritmos del incremento de ventas por empleado respecto al año base). Cabe hacer notar que la ausencia de datos sobre el stock de capital impide realizar el cálculo de la productividad total de los factores.<sup>8</sup>

En cada ecuación se controlan las siguientes variables: (i) efectos de la industria (capturados por las variables *dummies*, que toman el valor 1 cuando los elementos considerados reciben en promedio una puntuación mayor de dos puntos y 0 en otro caso),<sup>9</sup> (ii) efectos del país (también con variable *dummy*, que toma el valor uno cuando los elementos considerados reciben en promedio una puntuación mayor a dos puntos),<sup>10</sup> (iii) pertenencia a algún grupo (*dummy* simple, esto es, 1 si pertenece y 0 en otro caso), (iv) tamaño de la empresa (medida por el logaritmo del número de empleados), y (v) ayuda del gobierno nacional e internacional para realizar las actividades de innovación (*dummy* simple, esto es, 1 si obtuvo apoyo y 0 en otro caso).

Otras variables introducidas en el modelo son el efecto *demand pull*,<sup>11</sup> el efecto *cost push*,<sup>12</sup> la proximidad a la investigación básica<sup>13</sup> y la importancia de las fuentes de información para la innovación. Éstas se analizaron por medio de variables *dummies* de acuerdo a sus modalidades (dentro de la empresa, los clientes, con los proveedores y las patentes), y toman el valor 1 cuando su puntaje en promedio es mayor a dos y 0 en otro caso. En el caso de los

<sup>8</sup> Mairesse y Mohnen (2003) consideran que, debido al impacto de las innovaciones en el proceso productivo, existe un vínculo fuerte entre la productividad del trabajo y la obtención de innovaciones.

<sup>9</sup> La variable *dummy* "efectos de la industria" retoma las siguientes respuestas sobre los obstáculos a la innovación: costos de innovación elevados, falta de información sobre el mercado y falta de información sobre la tecnología.

<sup>10</sup> La variable *dummy* "efectos del país" consideró las siguientes respuestas incluidas en los obstáculos a la innovación: riesgo económico excesivo, falta de financiamiento, obstáculos de la legislación, falta de apoyos públicos, falta de personal calificado y falta de receptibilidad del mercado.

<sup>11</sup> La variable *dummy* "demand pull" toma las respuestas de los cuatro objetivos de la innovación relacionadas con demanda: sustituir productos que han sido eliminados, mejorar la calidad del producto, ampliar la gama de productos y tener apertura de nuevos mercados o aumentar la cuota de mercado.

<sup>12</sup> La variable *dummy* "cost push" incorpora las respuestas asociadas a los cuatro objetivos relacionados con el costo de la innovación: mejorar la flexibilidad de la producción, reducir los costos, disminuir el consumo de materiales y reducir el consumo de energía

<sup>13</sup> La variable *dummy* "proximidad a la investigación" básica incorpora la cercanía de las empresas con las universidades, institutos de la educación superior y con institutos de investigación públicos o privados.



proveedores, la variable también toma el valor 1 cuando se reporta la cooperación con los proveedores y 0 en otro caso.

Por otra parte, se omitió la variable patentamiento y se mantuvo la variable información de los proveedores, en cuanto se considera que los clientes y los proveedores son fuentes de información importantes para las empresas. A este nivel, es claro que la estimación del modelo está limitada por la disponibilidad de datos. En particular, el uso de datos a nivel micro-agregado limita las opciones de las variables explicativas contenidas en las encuestas de innovación. Por ejemplo, sería mejor tener datos sobre el número de las patentes, pero desafortunadamente solamente se cuenta con información sobre la ocurrencia de la solicitud de patentes en el periodo que contempló la encuesta (para Europa 1994-1996 y para México 1999-2000). Asimismo, la ausencia de datos del stock de capital hace que en cierto modo la estimación de la productividad esté especificada pobremente.

### Interpretación de los resultados del modelo

Al efectuar las primeras estimaciones del modelo Mairesse y Mohnen (2003) para el caso de México, se observó que al considerar únicamente las empresas que cuentan con unidades formales de I&D, la muestra se reduce considerablemente. Esto traería como consecuencia, además de reducir los grados de libertad de la estimación, no considerar a empresas que realizan actividades informales de I&D. Por lo anterior, se decidió incluir a empresas que realizaron gastos de I&D (que considera incluye tanto a las empresas innovadoras que realizan estas actividades de manera formal como informal). Además, se omitieron las variables que Mairesse y Mohnen sugieren: *demand pull* en la ecuación de Innovaciones de producto, e intensidad de I&D en la ecuación de productividad.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de las estimaciones del modelo para el caso mexicano. La interpretación de los mismos se realizará por cada bloque, y al final se hará una conclusión integral de los resultados encontrados.<sup>14</sup>

**Cuadro 2. Parámetros estimados del modelo para México**

VARIABLES EXPLICATIVAS	ECUACIONES ESTIMADAS			
	Bloque I (insumo)	Bloque II (resultados)		Bloque III (proceso)
	<i>Intensidad de I&amp;D</i>	<i>Innovaciones de proceso</i>	<i>Innovaciones de productos</i>	<i>Productividad</i>
Química	-1.018**	-0.465	1.443*	1.726**
Maquinaria y equipo	-1.137**	-0.956	1.105	0.529
Eléctricos	-1.100**	-0.623	0.817	0.899
Equipo de transporte	-1.246**	-0.211	1.364	1.241
Efecto país	0.404**	-0.043	0.321	-0.110
Efecto industria	-0.016	0.186	-0.564**	0.185
Empleo	0.109**	0.197**	1.353***	0.106
Pertenencia a grupo	0.086	-0.151	-0.102	-0.357
Apoyo público	0.192	0.022	-0.032	0.499
Demand pull	0.255			

<sup>14</sup> En todos los casos, la estimación de los errores estándar y covarianzas se llevó a cabo mediante el método consistente de White.



Cost push		0.309		
Proxi a investigación básica	0.041			
Fuentes inf. dentro empresa	0.193***			
Fuentes inf. clientes	-0.003			
Fuentes inf. patentes	0.122	-0.414**	0.088	
Fuentes inf. proveedores		0.257		
I&D/ empleados (Log)		0.101**	0.040	
Innovaciones de proceso				-0.077
Innovaciones de producto				0.577*
Observaciones: 234				

Nota: \* significativa al 10%, \*\* significativa al 5%, \*\*\* significativa al 1%.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENI 2001.

### Bloque I. Insumos.

Los cuatro sectores analizados resultaron significativos, con estimaciones de los parámetros con signo negativo y valores superiores a los obtenidos para los países europeos. Esto sugiere que el hecho de pertenecer a estos sectores es importante en términos de la intensidad de I&D, pero que los sectores de alta tecnología invierten, en general, con menor intensidad que el resto. Estos resultados son semejantes a los observados en el caso de los sectores de maquinaria y equipo y de equipo de transporte en los países europeos analizados por Mairesse y Mohnen.

El signo negativo para los cuatro sectores de alta tecnología de México puede estar sugiriendo que el alto monto de las inversiones requeridas para realizar actividades de I&D en estos sectores desalienta la asignación de recursos a estas actividades en las empresas. Esta situación se presenta en Europa sólo en los sectores de maquinaria y equipo y equipo de transporte. (Ver cuadro 3)

**Cuadro 4. Parámetros estimados del modelo Mairesse y Mohnen (2003)**

VARIABLES EXPLICATIVAS	ECUACIONES ESTIMADAS			
	Bloque I (input)	Bloque II (output)		Bloque III (proceso)
	<i>Intensidad de I&amp;D</i>	<i>Innovaciones de proceso</i>	<i>Innovaciones de producto</i>	<i>Productividad</i>
Química	0.05	-0.90***	-2.10***	4.82***
Maquinaria y equipo	-0.50**	-0.90***	-0.96***	4.29***
Eléctricos	0.01	-0.62***	-1.27***	4.22***
Equipo de transporte	-0.57**	-0.55***	-0.99***	4.25***
Francia	0.58***	-0.15	-1.69***	0.14***
España	-0.20**	0.42***	-0.32	-0.01
Gran Bretaña	0.01	-0.40***	-1.11***	0.04
Empleo (Log)	0.01	0.23***	0.12***	0.07***
Pertenencia a grupo	0.04	-0.19***	-0.21*	0.20***
Apoyo público	0.49***	0.00	-0.25	-0.10***



<i>Demand pull</i>	0.19***		0.45***	
<i>Cost push</i>		0.37***		
Proxi a investigación básica	0.32***			
Fuentes inf. dentro empresa	0.37***			
Fuentes inf. clientes	0.06			
Fuentes inf. patentes	0.29***	-0.09	0.04***	
Fuentes de inf. proveedores		0.17***		
I&D/ empleados (Log)		0.19*	0.76***	
Innovaciones de proceso				0.05
Innovaciones de producto				0.07***
Número de observaciones	Total: 2710; Francia: 1078; Alemania: 330; España: 935, y Gran Bretaña 367.			

Nota: \* significativa al 10%, \*\* significativa al 5%, \*\*\* significativa al 1%.

Fuente: Mairesse y Mohnen (2003).

Estos resultados están vinculados con el tipo de estructura productiva y las capacidades tecnológicas nacionales de la economía mexicana. Como afirman Capdevielle, Cimoli y Dutrénit (1997), en México no se localizan ni las actividades de mayor dinamismo tecnológico, ni las actividades de generación de conocimiento más complejo de las empresas de los sectores de alta tecnología, por el contrario, se realizan actividades de I&D asociadas a la mejora y adaptación de las innovaciones realizadas en otros países.

Por otro lado, el efecto país resultó positivo, significativo y de similar magnitud al obtenido por Francia. Este resultado indica que las condiciones del país (riesgo económico, financiamiento, legislación, apoyos públicos, personal calificado y receptibilidad del mercado) motivan a que las empresas dediquen más recursos a I&D y contradice el efecto que pudiera tener la debilidad del sistema nacional de innovación mexicano.<sup>15</sup> La variable empleo resultó significativa y positiva en el caso mexicano, lo cual sugiere que a mayor tamaño de las empresas es posible destinar mayores recursos a las actividades de I&D o, en otros términos, se requiere ser grande para poder enfrentar los costos de la I&D.

En cuanto a las fuentes de información interna, y al igual que en el caso europeo, la variable resultó significativa y con signo positivo. Las empresas asignan una gran importancia a las fuentes internas de información para alimentar sus actividades de I&D.<sup>16</sup> Más aún, sólo las fuentes internas resultaron significativas en México, mientras las externas no lo son. Es de destacar que, a diferencia de lo observado en el caso europeo, las patentes no resultaron significativas en la decisión de I&D de las empresas de estos sectores. Nótese que, a diferencia del caso europeo, las variables apoyo público, *demand pull* y proximidad a la investigación no resultaron significativas; estos resultados requieren un análisis más profundo.

<sup>15</sup> Asimismo, cabe hacer notar que el resultado anterior puede estar asociado al periodo en el cual se levantó la encuesta, que corresponde a uno de expectativas económicas favorables, y a la posición estratégica de México en el mercado internacional (en términos de ubicación geográfica y de acuerdos internacionales).

<sup>16</sup> Estos hallazgos son congruentes con los resultados obtenidos por Dutrénit y Vera-Cruz (2000) para el caso de la industria química mexicana.



## Bloque II. Resultados.

En lo referente a los resultados de la innovación, la variable empleo registró un mayor nivel de significancia en México respecto a Europa y el mismo signo positivo, lo cual sugiere que entre mayor sea su tamaño, las empresas obtendrán mayores innovaciones de proceso. Esto invitaría a pensar que hay economías de escala asociadas a las innovaciones de proceso, y que las empresas pequeñas tienen más dificultades para llevar a cabo innovaciones de proceso en estos sectores y dependen de proveedores de tecnología.

La variable de uso de las patentes como fuente de información resultó negativa, al igual que en el caso europeo, y significativa. Esto sugiere que el uso de información de las patentes frena la obtención de innovaciones de proceso. Lo anterior puede estar asociado a las barreras u obstáculos que implica infringirlas, a la poca actividad de generación de conocimiento, o al uso de las patentes para aplicarlas y no para generar nuevo conocimiento e innovar sobre estas bases.

Finalmente, la intensidad de la actividad de I&D resultó más significativa en México y con el mismo signo, respecto a Europa. Esto es, en la medida en que las empresas dedican mayores recursos a las actividades de I&D, obtienen más innovaciones de proceso.

Por otro lado, si bien *cost push* y el uso de los proveedores como fuente de información resultaron con el signo adecuado, los resultados no son significativos. Esto último puede estar revelando la débil estructura de vínculos proveedor-usuario para la innovación. Respecto a la obtención de innovaciones de producto, el sector químico en México es el único que resultó significativo, pero con signo contrario al caso europeo. Lo anterior implica que el hecho de pertenecer a un sector de alta tecnología no distingue a las empresas en términos de innovaciones de producto, con excepción del sector químico. Este resultado es congruente con otros estudios que documentan la fuerte tradición de I&D de las empresas de este sector en México, y su fuerte vinculación con clientes, competidores, universidades y centros de investigación.<sup>17</sup>

El efecto industria en México tiene el mismo signo que en el caso europeo (valores negativos de los 4 sectores), y es también significativo. Este resultado sugiere que existen ciertas condiciones asociadas a la industria (costos de innovación, ausencia de información del mercado y de la tecnología) que afectan negativamente la obtención de innovaciones de producto. En otras palabras, las condiciones imperantes en la industria en México y Europa no alientan a las empresas manufactureras a realizar innovaciones de producto. Tanto en el caso mexicano como en el europeo, la variable empleo resultó significativa y con el signo correcto: en la medida que el tamaño de la empresa sea mayor las empresas obtendrán mayores innovaciones de producto.

## Bloque III. Proceso

Finalmente, en este bloque que mide el proceso de la actividad innovadora (productividad), el sector químico mexicano resultó el único que presenta valores significativos, aunque el valor del parámetro es mucho menor en México que en Europa. En otras palabras, en el sector químico mexicano de alta tecnología la productividad de los recursos destinados a las

---

<sup>17</sup> Dutrénit y Vera-Cruz (2000) destacan que para el desarrollo de productos y procesos las empresas químicas tienden a establecer más relaciones con empresas extranjeras que con nacionales. Asimismo señalan que en estas relaciones se observa un efecto de sustitución entre la I&D interna y la externa. 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 I&D son las que más se vinculan. Véase también Arvanitis y Villavicencio (1998).



actividades de I&D es superior a la de otros sectores, visto en términos de las innovaciones generadas. Por el contrario, en el caso europeo la pertenencia a los cuatro sectores de alta tecnología aparece como determinante de la productividad de la I&D.

Por otro lado, sólo la variable productos innovadores resultó significativa en el proceso, aunque con menor significancia. En este sentido, tal parece que el motor para obtener mayor productividad de las actividades de I&D en los sectores de alta tecnología es el desarrollo de innovaciones de producto.

En resumen, la estimación para México del modelo Mairesse y Mohnen (2003) sugiere que la decisión de invertir en actividades de I&D está determinada por el sector en que el se ubica la empresa, la importancia de las condiciones imperantes en el país, la influencia del tamaño de la empresa y el papel de las fuentes internas. Para la obtención de resultados de innovación, las innovaciones de proceso están asociadas positivamente al tamaño de la empresa y a la intensidad de gasto en I&D, y negativamente al uso de patentes como fuente de información. Finalmente, las innovaciones de producto están asociadas positivamente al tamaño de la empresa y negativamente al sector, donde el sector químico destaca por su desempeño.

En otras palabras, la actividad de innovación de las empresas mexicanas de los sectores de alta tecnología está determinada por sus capacidades tecnológicas, las condiciones de su entorno, y el empuje que representa la participación de los productos innovadores como motor para dedicar más recursos a las actividades de innovación. No obstante, el empleo juega un papel clave en la intensidad de la I&D y las innovaciones y, a través de éstas, en la productividad. Asimismo, destaca el diferente desempeño observado en el sector químico en relación a los otros sectores de alta tecnología.

#### 4. Conclusiones

La estimación del modelo de Mairesse y Mohnen (2003), al caso mexicano permite extraer un conjunto de conclusiones.

**Sobre la estimación del modelo.** Los resultados sugieren que lo que motiva a las empresas de los sectores de alta tecnología a destinar mayores recursos a las actividades de I&D es el sector al que pertenecen, el tamaño de la empresa, las capacidades tecnológicas vistas a través de la importancia que juegan las fuentes internas, y las condiciones del entorno (los efectos del país y los sectores). Estos factores resultaron ser alicientes a invertir en actividades de I&D.

De la misma forma, se encontró evidencia de que la obtención de resultados de innovación (participación de los productos innovadores en las ventas totales) impulsa a las empresas a invertir en I&D, y que aquellos están íntimamente ligada a los esfuerzos de I&D, planteamiento consecuente con la literatura. Pero, además, el caso mexicano muestra que el tamaño de la empresas de alta tecnología es un factor importante para asumir los altos costos de la I&D.

**En relación a la comparación con los países europeos.** El análisis de la actividad innovadora en México como un proceso permitió detectar diferencias en la estructura de las fases de la actividad innovadora. En los países europeos hay escasa conexión entre la gran cantidad de recursos destinados a la actividad de I&D y los escasos resultados de dicha actividad. Esta situación corresponde a lo que Caracostas y Muldur (2001) denominan como la *Paradoja Europea*, pues no existe correspondencia entre los insumos -desempeño científico y



la inversión en I&D- y el desempeño tecnológico y comercial de alta tecnología.<sup>18</sup> En cambio, el caso de México sugiere que, en relación a la escasa cantidad de recursos destinados a las actividades de I&D, los resultados de innovación son importantes. Esto se puede denominar la *Paradoja de los países emergentes*.

En efecto, cuando se analiza el caso de México se encuentra que se invierte poco en I&D y comparativamente se obtiene mucho como resultado de la actividad innovadora. De hecho, no hay correspondencia si se considera que la principal fuente de las actividades de innovación son los recursos propios de las empresas. El análisis del mecanismo que motiva esta situación resulta ser un punto crucial en el estudio de la actividad innovadora en los países en desarrollo ya que, en el trasfondo, indica una escasa capacidad innovadora que no expresa el alto desempeño registrado en los productos y procesos innovadores. Este resultado sugiere que en estos países no se generan localmente los desarrollos tecnológicos que sustentan la introducción de innovaciones en las empresas que operan en esas economías. (Pérez, 2004)

El análisis de la ENI 2001 muestra que en muchos casos las patentes son solicitadas por empresas extranjeras, y son patentadas en el extranjero. Este resultado confirma el argumento de Capdevielle, Cimoli y Dutrénit (1997) de que la especialización de la economía mexicana no fue acompañada por cambios significativos en el desarrollo de las capacidades de producción y tecnológicas de las empresas. Este argumento se refuerza por el elevado peso que tiene el gasto en maquinaria y equipo en el total del gasto dedicado a la actividad de innovación.<sup>19</sup>

**Sobre el modelo utilizado.** Aunque el modelo de Mairesse y Mohnen (2003) selecciona sectores que debieran ser relativamente homogéneos, en México son altamente heterogéneos, por lo cual, al realizar la estimación se encontró que algunas variables tienen fuerte presencia, pero resultaron poco significativas. Por ello este tipo de modelo parece ser más aplicable a países con estructuras industriales y tecnológicas relativamente homogéneas. De lo anterior se desprende que las propuestas de modelos para países emergentes deberán considerar la heterogeneidad de la muestra, y el grado de correspondencia entre la capacidad productiva y la capacidad innovadora.

Finalmente, el perfeccionamiento de los indicadores relativos al proceso de la actividad innovadora incluidos en las encuestas de innovación debería hacer hincapié en parámetros de comparación de la productividad antes y después de la innovación. Asimismo, se debería indagar más sobre la productividad de los departamentos de I&D y las relaciones para la innovación dentro de la empresa.

---

<sup>18</sup> Estos autores sostienen que si bien la inversión en I&D Europea es comparable con Japón y Estados Unidos, al comparar los resultados de las tres regiones los europeos tiene un menor desempeño.

<sup>19</sup> Además hay que tener en cuenta que esta situación no es privativa de México, pues también se presenta en países de similar grado de desarrollo como Argentina. Véase Lugones y Peirano (2003).



## Referencias

- Arvanitis, R. y D. Villavicencio, "Technological Learning and Innovation in the Mexican Chemical Industry: An Exercise in Taxonomy", en *Science, Technology, and Society*, vol. 3, núm. 2, 1998.
- Benavente, J. M., "The role of research and innovation in promoting productivity in Chile", Universidad de Chile, 2002.
- Bernal, J., *The social function of Science*, London, Routledge, 1939.
- Capdevielle, M., M. Cimoli y G. Dutrénit, *Specialization and technology in Mexico: a virtual pattern of Development and Competiveness*, Interim Report, IIASA, [www.iiasa.ac.at](http://www.iiasa.ac.at), 1997.
- Caracostas P. y U. Muldur, "The emergence of a new European Union research and innovation policy", in Laredo, P. y P. Mustar (eds.), *Research and innovation policies in the new global economy*, Edward Elgar, USA, pp. 157-204, 2001.
- CONACYT, *Estudio sobre la situación de la innovación de la industria manufacturera en México: resultados de la Encuesta Nacional de Innovación 2001-2002*, CONACYT, 2004.
- Crepòn, B., E. Duguet y J. Mairesse, "Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level", *NBER Working Paper*, no. 6696, 1998.
- Dutrenit, G. y A. Vera-Cruz, "Fuentes de Conocimiento Tecnológico para la Actividad Innovativa en la Industria Química Mexicana", *Comercio Exterior*, vol. 44, no. 4, pp. 786-798, 2000.
- Godin, B., "The Rise of Innovation Surveys: measuring a fuzzy concept", *Project on the History and Sociology of S&T Statistics*, Working Paper no. 16, Canada, 2003.
- Holland, M. y W. Spraragen, *Research in hard times*, Division of Engineering and Industrial Research, National Research Council, Washington, 1933.
- Kline, S. y N. Rosenberg "An Overview of innovation" en Landau, R. y Rosenberg, N. (eds.), *The positive sum strategy*, National Academy Press, Washington. 1986.
- Lööf, H. and A. Heshmati, "On the relationship between innovation and performance: A sensitivity analysis", UNU/WIDER, 2002.
- Lugones G. y F. Peirano, "Segunda encuesta argentina de innovación (98/01). Resultados e implicancias metodológicas", *Taller RICYT de indicadores de innovación, en X Seminario ALTEC 2003*, México, 2003.
- Mairesse, J. y P. Mohnen, "R&D and productivity: a reexamination in light of the innovation surveys", *Summer Conference 2003 on Creating, Sharing and Transferring Knowledge. The role of Geography, Institutions and Organizations*. DRUID, 2003.
- Martínez, J. A. "La innovación tecnológica: una faceta del avance tecnológico. Análisis de esta actividad en México", Tesina de Maestría, El Colegio de México, México, 1999.
- Mohnen P. y P. Therrien, *Comparing the innovation performance of Canadian firms and those of select European countries: an econometric analysis*, Scientific Series, CIRANO, no. 80, 2002.
- Pérez P., *Actividad innovadora y desempeño económico de las empresas manufactureras mexicanas*, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México, 2004.
- Sandven, T., *Innovation and economic performance at the enterprise level*, STEP report-10, Oslo, 2000.
- Schmookler, J. The Interpretation of Patent Statistics, *Journal of the Patent Office Society*, vol. 32, no. 2, pp. 123-146, 1950.



25 a 28 Octubre 2005

Altec 2005  
Salvador - Bahia - Brasil

XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica

- Schulenburg, J. y J., Wagner “Advertising, innovation and market structure: a Comparison of the United States of America and the Federal Republic of Germany”, in Acs, Z. y D. Audretsch (ed.), *Innovation and Technological change: An International Comparison*, The University of Michigan Press, USA, 1991.
- Solla price, D., *Little science, big science*, Columbia University Press, New York, 1963.
- Van Leeuwen G., “Linking innovation to productivity growth using two waves of CIS”, *STI working paper 2002/8*, OECD, 2002.