



I+D e importación de tecnología: un análisis comparado entre la industria manufacturera Uruguaya y Española

Xulia González^{*}
(Universidade de Vigo)

y
Ruben Tansini^{**}
(Universidad de la República)

^{*} Departamento de Economía Aplicada. Facultad de Económicas. AS Lagoas Marcosende s/n 36310 Vigo. España. E-mail: xgzlez@uvigo.es. Tfno: +34986812516.

^{**} Departamenteo de Economía. Universidad de la República. C/ José Enrique Rodó 1854. Montevideo. Uruguay. E-mail: ruben@decon.edu.uy, Tfno: 59824092973.

Resumen

El objetivo de este trabajo es doble, por una parte, realizar un estudio comparativo de los patrones de innovación en las empresas manufactureras uruguayas y españolas, con el propósito de detectar las similitudes y diferencias entre ambos países, caracterizados por diferentes niveles en el desarrollo industrial. Por otra parte, evaluar la incidencia de la importación de tecnología sobre la decisión de las empresas de realizar actividades de I+D propias. Se adopta un enfoque microeconómico que permite descomponer el efecto total en el efecto sobre la probabilidad de realizar actividades de I+D y el efecto sobre la intensidad con la que se realizan. Los resultados señalan la existencia de una relación de complementariedad entre las actividades de importación y generación de tecnología en ambos países y para los dos años analizados, siendo más intenso el efecto en las empresas uruguayas de menor tamaño.

1.- INTRODUCCION

En los países industrializados se observa un importante nivel de gasto, tanto público como privado, en actividades de innovación destinadas a la creación de nuevos productos o en el abaratamiento de los procesos productivos. Previsiblemente las empresas localizadas en estos países obtendrían superiores beneficios esperados de sus gastos en innovación, en un contexto de mayores estímulos de los mercados en los que operan. Los incentivos empresariales a realizar actividades de I+D serían menores en países menos industrializados como Uruguay o incluso países que han alcanzado mayores niveles de desarrollo como España, la cual se sitúa en una posición muy desfavorable en cuanto a los recursos destinados a estas actividades en comparación con los países de su entorno. Así, en 1997, el gasto total en actividades de I+D con relación al PIB no alcanzó en España un 1%, mientras que la media europea se sitúa en torno al 2%. A su vez, Uruguay, con niveles de gasto inferior a los españoles también se sitúa por debajo de la media del Mercosur.

Las dos vías de acceso de las empresas al cambio tecnológico tradicionalmente señaladas son la generación propia de tecnología y la importación de tecnología, existiendo cierto consenso en cuanto a su relevancia. La relación entre ambas modalidades es una cuestión especialmente relevante para aquellos países menos industrializados. Si estas modalidades fueran sustitutivas las empresas elegirían entre comprar la tecnología fuera de la empresa o desarrollarla a su interior como estrategias alternativas de acceso al cambio tecnológico. Por el contrario, si la relación fuera de complementariedad, la importación de tecnología estimularía la realización de actividades propias de I+D como mecanismo de adopción y asimilación de la tecnología importada. A su vez, las empresas que realizan actividades de I+D propia tendrían una mayor capacidad tecnológica que les permitiría absorber de forma más efectiva la tecnología importada (véase Veugelers y Cassiman, 1999). La mayoría de los trabajos empíricos argumentan en favor de la relación de complementariedad en tanto, se señala que el esfuerzo en asimilar tecnología importada se ha evidenciado como el mejor incentivo para la creación de tecnología propia, especialmente en estadios iniciales de industrialización, señalándose a Japón como el paradigma de este proceso (Odagiry, 1983).

El objetivo de este trabajo es doble, por una parte, realizar un estudio comparativo de los patrones de innovación en las empresas manufactureras uruguayas y españolas, con el propósito de detectar las similitudes y diferencias entre ambos países, caracterizados por diferentes niveles en el desarrollo industrial. Por otra parte, la adopción de un enfoque microeconómico para analizar la decisión de las empresas de realizar actividades de I+D propias, permite evaluar el efecto de la adquisición de tecnología externa sobre tal decisión y se compara su incidencia en ambos países.

El interés de este análisis radica en la comparación de dos procesos de incorporación tecnológica en dos países que, si bien muestran diferentes grados de industrialización y especialización industrial, presentan la característica común de estar insertos en un mercado más amplio (UE y Mercosur). Por su parte, este análisis es posible gracias a la disponibilidad

de dos fuentes de datos comparables. Por una parte la encuesta sobre Dinamismo e Inserción Internacional de las Empresas Industriales (DIIEI) realizada por el Departamento de Economía de la Universidad de la República para el sector manufacturero uruguayo, y por otra, la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales (ESEE) realizada por la Fundación Empresa Pública para el sector manufacturero en España. Ambas encuestas cuentan con información comparable sobre los gastos efectuados por las empresas en actividades de I+D e importación de tecnología. Ambas muestras son representativas por sectores de actividad y tamaños, aunque con diferente grado de representatividad en las empresas grandes y pequeñas. Dado que en Uruguay la disponibilidad de datos es cuatrianual contando con información para los años 1990 y 1994, mientras en España la disponibilidad es anual, el estudio se centrará en los años 1990 y 1994 para poder realizar las comparaciones.

Dado el importante número de empresas que no realizan actividades de I+D, se emplea una metodología que permite descomponer el efecto total de la importación de tecnología a partir del efecto en la probabilidad de realizar actividades de I+D y la variación del esfuerzo tecnológico de aquellas empresas que realizan tales actividades. Esta descomposición permite realizar un análisis adecuado de una variable con una alta concentración de valores en cero (véase Moreno y Rodríguez, 1998), así como evaluar de forma más precisa el impacto de la importación de tecnología sobre las actividades de I+D propia. Los resultados señalan la existencia de una relación de complementariedad de estas actividades en ambos países y para los dos años analizados, siendo más intenso el efecto en las empresas uruguayas de menor tamaño.

El resto del trabajo se organiza como sigue: en el apartado 2 se resumen los principales resultados obtenidos en los diferentes trabajos sobre los principales patrones de heterogeneidad de la I+D y la relación entre I+D e importación de tecnología. En el apartado 3 se describe los datos de ambas encuestas. Luego se presenta la especificación empírica y la metodología empleada y, finalmente se evalúa el impacto de la importación de tecnología en la decisión de llevar a cabo actividades de I+D. Por último, el apartado 5 resume las principales conclusiones del trabajo.

2.- I+D E IMPORTACIÓN DE TECNOLOGÍA

La constatación de la importancia de las actividades tecnológicas en la mejora de la productividad y con ello de la competitividad ha dado lugar a un interés creciente por analizar los factores que, desde una perspectiva microeconómica, inducen a la empresa a llevarlas a cabo.

Las medidas habitualmente empleadas para evaluar las actividades tecnológicas son, por una parte los gastos directos en I+D de la empresa y por otra, los pagos tecnológicos externos, constituyendo ambos la dimensión formal de la I+D. Esto a su vez, da lugar a cierta subvaloración de la actividad innovadora de las empresas de menor tamaño debido a que, en muchos casos, no cuentan con actividades de I+D separadas de las actividades productivas y por tanto no son cuantificadas como tales. Buena parte de los estudios sobre los determinantes de la innovación no distinguen entre ambos tipos de actividades, siendo pocos los trabajos destinados a evaluar la relación entre ambas dimensiones de la I+D.

El estudio de la relación entre importación de tecnología y la generación de tecnología internamente a la empresa ha de centrarse en analizar el carácter sustitutivo o complementario de ambas actividades. Parece razonable asumir que las actividades resultan sustitutivas si de forma generalizada se observa que las empresas importadoras de tecnología no realizan actividades de I+D propias y viceversa. Ello indicaría que las empresas optan o bien por adquirir tecnología en el extranjero o bien desarrollarla internamente. Desde esta perspectiva las importaciones reducirían las necesidades (o incentivos) a desarrollar tecnología propia, haciendo más dependientes tecnológicamente a las empresas.

Por otra parte, la complementariedad de ambos tipos de actividades se reflejaría en que las empresas que importan tecnología realizan mayores esfuerzos en I+D interno para adaptar y asimilar la tecnología adquirida, por lo que la importación de tecnología se convierte en un estímulo a la generación de tecnología propia en las empresas. En ese caso las empresas que realizan actividades de I+D tendrían mayor capacidad tecnológica de adoptar tecnologías importadas.

La relación entre actividades tecnológicas propias y la importación de tecnología no ha sido suficientemente analizada ni en la industria uruguaya ni española, aunque existen numerosos trabajos realizados en otros países. Así, por ejemplo, empleando datos de la industria brasileña Braga y Willmore (1991) sugieren la existencia de un efecto complementariedad entre importación de tecnología y esfuerzo tecnológico, argumentando que la primera requiere un esfuerzo de la empresa local en I+D para asimilar y adaptar la tecnología a las diferentes condiciones (geográficas, preferencias de los consumidores, tamaño de mercado, coste y cualificación de los trabajadores, calidad de las materias primas, etc.) de Brasil respecto al país de origen de la misma.

En la misma línea, Mohen y Lépine (1991) señalan la existencia de complementariedad entre ambas fuentes de innovación, para 12 ramas industriales manufactureras canadienses. Esta misma relación ha sido observada por François (1985) para las grandes empresas francesas. Similares conclusiones obtiene Lee (1996) para las empresas manufactureras coreanas, quien señala que las empresas importadoras de tecnología tienden a realizar mayores esfuerzos en I+D propia, debido fundamentalmente a que se trata de una condición necesaria para la absorción de la tecnología importada. El trabajo realizado por Katrak (1997) para empresas eléctricas y electrónicas indias, concluye que la importación de tecnología incide positiva y significativamente en la cuantía del gasto realizado en I+D interno a la empresa, aunque tal incidencia deja de ser significativa en cuanto al esfuerzo tecnológico (I+D sobre ventas). Este resultado sugiere, según el autor, que las empresas importadoras de tecnología presentan una expansión de las ventas proporcionalmente mayor que en el gasto en I+D, por lo que aunque la importación de tecnología incrementa el gasto en I+D, no ocurre lo mismo con el esfuerzo tecnológico.

Para analizar adecuadamente la relación planteada es necesario considerar otras fuentes de heterogeneidad presentes en las actividades de I+D. El efecto sectorial parece constituir, un elemento básico en la decisión de realizar actividades tecnológicas. Dicho efecto surge de la constatación empírica de un elevado grado de diferenciación sectorial en el dinamismo

tecnológico, resultante de la acumulación e interrelación de innovaciones y desarrollos tecnológicos en determinadas áreas o campos específicos.

Numerosos trabajos empíricos han puesto de manifiesto las importantes diferencias sectoriales en las actividades tecnológicas existentes en los países industrializados. Patel y Pavitt (1996) concluyen que el 75% de la producción de nueva tecnología se concentra en un reducido número de sectores que son: Maquinaria e Instrumentos, Productos Eléctricos, Químicos, y Transporte, que constituyen el núcleo de sectores más innovadores. Asimismo, se señala que el porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D presenta importantes variaciones entre sectores. Por ejemplo, Cohen y Klepper (1992), con datos de empresas americanas, obtienen que el porcentaje de empresas que no reportan gastos en I+D varía entre un 5% y un 50% dependiendo de los sectores industriales.

La literatura empírica de innovación ha intentado dar explicación a esta heterogeneidad sectorial a partir de la recurrencia a la diferenciación clásica entre efectos de demanda y efectos de oferta, identificando estos últimos con las distintas oportunidades tecnológicas que presentan las diferentes ramas industriales.¹

Respecto a los efectos de la demanda se considera que las expectativas de crecimiento sectorial incentivan la realización de actividades de I+D debido a una mayor rentabilidad esperada (Schmookler, 1966). En lo que se refiere a las oportunidades tecnológicas se subrayan las ventajas comparativas de ciertas empresas para acceder a innovaciones por el hecho de pertenecer a sectores que incorporan un elevado nivel de conocimiento científico y tecnológico. En general, la experiencia histórica muestra como ambos tipos de sectores tienden a coincidir a lo largo del tiempo

A la par que el efecto sectorial, el tamaño de la empresa se ha señalado como otra fuente importante de heterogeneidades entre empresas, planteado originalmente por Schumpeter (1942) y contrastado empíricamente en numerosos trabajos, se ha constituido en uno de los determinantes de la actividad tecnológica más frecuentemente analizado en la literatura sobre innovación tecnológica. Los trabajos más recientes señalan que las empresas de mayor tamaño son las que presentan una mayor probabilidad de realizar actividades de I+D. Sin embargo, con relación al esfuerzo tecnológico, no existe evidencia de que las empresas de mayor tamaño realicen proporcionalmente mayores gastos en I+D (véase, por ejemplo, Cohen y Klepper (1996) o Klette y Griliches (1997), entre otros). Uno de los aspectos que más han resaltado los trabajos empíricos ha sido la importancia de considerar las características sectoriales en el análisis de la incidencia del tamaño de la empresa en las actividades de I+D, como señalan, Cohen y Levin (1989) o Cohen (1995).

La importancia del tamaño y el sector de actividad como factores explicativos de la heterogeneidad sectorial en las actividades de innovación, motiva el interés de su evaluación en las manufacturas uruguayas y españolas y el análisis comparativo de los patrones de variabilidad que permita distinguir similitudes y diferencias en ambas economías.

¹ Véase, Cohen y Levin (1989) y Cohen (1995) para una revisión de los determinantes de la I+D analizados en la literatura.

3.- DATOS

La información correspondiente al sector manufacturero uruguayo proviene de las encuestas realizada por el Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales (DIIIEI) para los años 1990 y 1994. Los datos de las empresas manufactureras españolas proceden de la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales (ESSE) realizada por la Fundación Empresa Pública correspondiente a los mismos años.

La muestra de empresas uruguayas está constituida por un total de 555 empresas que contestan en ambos períodos. La muestra española está formada por 2061 empresas españolas en 1990 y 1781 empresas en el año 1994.² Ambas muestras son representativas por sectores de actividad y tramos de tamaño. Las empresas grandes (más de 100 trabajadores en Uruguay y más de 200 en España) están representadas de forma censal en ambas muestras.

La información que contienen ambas encuestas en relación a las actividades de innovación es comparable. Por una parte, se dispone de datos sobre la cuantía de los gastos realizados en I+D y de los pagos tecnológicos para la adquisición de patentes o asistencia técnica en otros países, es decir, importación de tecnología. Por otra parte, ambas fuentes de datos disponen de información sobre otras características de la empresa relevantes en nuestro estudio: número de trabajadores, ventas, exportación y participación del capital extranjero.

El Cuadro 1 resume la información de las actividades de I+D interna a la empresa en España y Uruguay, en 1990 y 1994 y según el tramo de tamaño. Se observa que el porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D presenta una tendencia creciente con el tamaño en ambos países y en los dos períodos. Así, en 1990 el 7.5% de las pequeñas empresas uruguayas y el 12.5% de las españolas realizan actividades de innovación, mientras que en el grupo de empresas de más de 200 trabajadores, estos porcentajes se sitúan en un 47.5 y 68%, respectivamente. La manufactura uruguaya experimenta un considerable crecimiento en estos porcentajes en 1994, situándose en casi un 12% y un 52% en las pequeñas y grandes empresas respectivamente, llegando a superar en los dos tramos de tamaño inferiores a los porcentajes que presenta la manufactura española en este mismo año.

En relación al esfuerzo o intensidad tecnológica, definida como el porcentaje de las ventas que las empresas destinan a actividades de I+D, experimenta una tendencia decreciente con el tamaño, siendo las pequeñas empresas las que destinan, en relación a sus ventas, mayores cuantías de gasto. De la comparación entre ambos países se concluye que en todos los tramos de tamaño y en los dos períodos considerados la intensidad tecnológica es considerablemente menor en las empresas uruguayas. En 1990, las empresas más pequeñas destinan a I+D un 0.96% de sus ventas, siendo este porcentaje de 3.42 en España. Para las empresas de mayor tamaño estos porcentajes se sitúan en un 0.45 y 1.86, respectivamente. Las empresas uruguayas experimentan un descenso en 1994 de la intensidad tecnológica, excepto en las empresas más pequeñas en las que ésta se duplica.

² La diferencia de observaciones en la encuesta española entre ambos períodos se debe fundamentalmente al abandono en la contestación de la encuesta y los cierres de empresas acaecido durante el período.

Cuadro 1: Esfuerzo tecnológico por tamaño, años 1990-1994

Tamaño	Uruguay			España		
	Nº empresas	% con I+D	Media ¹	Nº empresas	% con I+D	Media
1990						
Menos de 50	239	7.53	0.96	1111	12.51	3.42
50-100	105	21.90	0.90	153	28.10	3.24
100-200	108	31.48	0.69	125	48.00	2.34
Más de 200	103	47.57	0.45	672	68.15	1.86
1994						
Menos de 50	277	11.91	1.99	916	11.68	2.79
50-100	112	33.93	0.76	113	28.31	3.54
100-200	95	41.05	0.55	176	49.43	1.66
Más de 200	71	52.11	0.39	576	70.14	1.75

¹.- Media de las observaciones positivas

El Cuadro 2 resume la información relativa a la importación de tecnología. En ambos países el porcentaje de empresas que importan tecnología es considerablemente inferior a las empresas que realizan actividades de I+D propias. Ha de tenerse en cuenta que no se considera la tecnología que las empresas adquieren incorporada en los bienes de capital. Al considerar exclusivamente la tecnología desincorporada el número de empresas importadoras se reduce. En relación a la intensidad importadora, si bien en España ésta es más reducida que la intensidad del gasto en casi la totalidad de los tramos de tamaño, no ocurre lo mismo en Uruguay.

Cuadro 2: Importación de tecnología por tamaño, años 1990-1994

Tamaño	Uruguay			España		
	Nº empresas	% con import.	Media ¹	Nº empresas	% con import.	Media
1990						
Menos de 50	239	1.25	1.11	1111	0.90	1.35
50-100	105	4.76	1.80	153	3.26	0.53
100-200	108	23.14	0.94	125	8.80	2.48
Más de 200	103	13.59	1.35	672	29.76	1.28
1994						
Menos de 50	277	2.17	0.72	916	1.63	1.84
50-100	112	8.93	1.01	113	5.31	1.55
100-200	95	16.84	1.37	176	14.77	1.91
Más de 200	71	15.49	1.13	576	29.34	1.23

¹.- Media de las observaciones positivas

4.- METODOLOGÍA Y ESPECIFICACIÓN EMPÍRICA

La metodología empleada en este trabajo parte de la consideración que la intensidad con la que las empresas acometen gastos en innovación puede verse como el resultado de dos decisiones. La primera decisión que toma la empresa consiste en decidir si realiza o no dichas actividades y la segunda, determinar la intensidad con la que las llevarán a cabo una vez que hayan decidido realizarlas. Para reflejar esta hipótesis en la estimación empírica, se considera que el valor esperado del esfuerzo tecnológico de las empresas se descompone de acuerdo a la siguiente expresión:

$$E(y | x) = (y > 0)E(y | x; y > 0) \quad (1)$$

Donde y es el esfuerzo tecnológico observado, definido como el porcentaje de gasto en I+D propio con relación a las ventas, y x un vector de variables explicativas.

El análisis de la función esperanza condicional se realiza a partir de la estimación de las dos componentes de la expresión (1). La primera, estimando la probabilidad de llevar a cabo actividades de I+D $P(y>0)$ y la segunda estimando el valor esperado del esfuerzo tecnológico condicional a la muestra de empresas con gasto positivo $E(y/x, y>0)$. Esta especificación permite obtener el efecto marginal de cualquier variable explicativa sobre la variable dependiente a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{\partial E(y | x)}{\partial x} = \frac{\partial P(y > 0 | x)}{\partial x} E(y | x; y > 0) + \frac{\partial E(y | x; y > 0)}{\partial x} P(y > 0 | x) \quad (2)$$

de forma que el efecto total se descompone en un efecto probabilidad (primer sumando de la expresión 2) y un efecto intensidad (segundo sumando de la expresión 2)³ (véase Jaumandreu, 1996).

En la estimación de la probabilidad de llevar a cabo actividades de I+D, $P(y>0/x)$, se ha optado por un modelo no lineal (probit), en el que la variable dependiente corresponde a una variable dicotómica que toma el valor uno si la empresa ha decidido realizar actividades de I+D (o importaciones de tecnología) y cero en caso contrario. Con respecto a la estimación del esfuerzo tecnológico, $E(y/x, y>0)$, se selecciona la muestra de empresas innovadoras, y se realiza una regresión mínimocuadrática donde la variable dependiente es el esfuerzo tecnológico y la intensidad importadora.

Como variables explicativas se incluyen en una primera etapa nueve variables artificiales de sector según la clasificación a dos dígitos empleada y cuatro variables artificiales para diferentes tramos de tamaño. A partir de este modelo inicial se estudian las principales heterogeneidades sectoriales y de tamaño en las decisiones de I+D. En una segunda etapa se incorporan la variable importación de tecnología y otras variables que se han

³ Véase Jaumandreu (1996) para una explicación teórica de esta metodología y Moreno y Rodríguez (1998) para una aplicación empírica con datos de la ESSE.

considerado relevantes en la literatura de innovación a la hora de explicar las decisiones de I+D. De esta forma se trata de obtener el efecto de la importación de tecnología robusto a los efectos sector y tamaño y considerar las principales fuentes de heterogeneidad en las actividades tecnológicas.

Cuando en la especificación del modelo a estimar se incluyen, como en el primer caso, conjuntos de variables artificiales es necesario prescindir de una variable en cada uno de los conjuntos para que la estimación sea posible. En la especificación tradicional si se prescinde, por ejemplo de un sector y tamaño, la constante representará el valor esperado de la variable dependiente en el sector y tamaño excluidos. Los coeficientes restantes proporcionarán la diferencia en la media de cada grupo (de cada sector, tamaño) respecto al que se ha excluido.

Una forma alternativa de adoptar un origen de medida es reparametrizar los coeficientes siguiendo el método propuesto por Suits (1984). Este método permite la inclusión de la constante y el conjunto completo de variables artificiales, restringiendo la suma de los coeficientes estimados de cada conjunto a cero, de manera que la especificación adopta la siguiente forma:

$$E(y | S, T) = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i S_i + \sum_{i=1}^t \delta_i T_i + \gamma_1 TREL + \gamma_2 IMP + \gamma_3 EDAD + \gamma_4 EXP + \gamma_5 CAEXT \quad (4)$$

$$\text{con} \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0 \quad \sum_{i=1}^t \delta_i = 0_i$$

donde S recoge un conjunto de nueve variables artificiales que representan el sector de actividad (a dos dígitos), y T está formado por un conjunto de cuatro variables artificiales de intervalos de tamaño en función del número de trabajadores. La constante se convierte ahora en el nuevo punto de referencia y, en el caso de una especificación lineal, proporciona de forma aproximada el valor medio de la variable dependiente.⁴

En la especificación del modelo de la segunda etapa se introduce la variable que recoge si la empresa ha realizado pagos tecnológicos por importación de tecnología, además de otras variables que representan a su vez determinantes de las decisiones de I+D. El modelo a estimar adopta la siguiente forma:

$$E(y | S, T) = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i S_i + \sum_{i=1}^t \delta_i T_i \quad (3)$$

$$\text{con} \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0 \quad \sum_{i=1}^t \delta_i = 0_i$$

donde S y T recogen los conjuntos de variables artificiales de sector y tamaño, TREL es el tamaño relativo de la empresa, como el número de trabajadores en relación al número medio de trabajadores de las empresas que pertenecen al mismo sector. IMP es una variable artificial que toma el valor uno si la empresa declara haber importado tecnología. EDAD recoge el

⁴ Nótese que la constante no hace referencia a la media de la población, a menos que todas las subpoblaciones cuenten con el mismo número de observaciones.

número de años desde la constitución de la empresa. EXP indica el porcentaje de las ventas que se destinan a exportación. CAEXT toma el valor uno si la empresa tiene participación de capital extranjero en más de un 20%. Esta especificación es la misma para el modelo de probabilidad e intensidad. A partir de los parámetros obtenidos de la estimación se obtendrán los efectos tal y como se recogen en la expresión (2).

5.- RESULTADOS

Según la información presentada en el Cuadro 3 existe una importante heterogeneidad sectorial y por tramos de tamaño. Las empresas que operan en el sector de Productos Químicos presentan, en ambos países y en los dos períodos, una probabilidad de realizar actividades de I+D significativamente superior a la media. Este sector industrial es el que cuenta en la actualidad con mayores oportunidades tecnológicas y forma parte del conjunto de sectores más innovadores en los países de la OCDE (Patel y Pavitt, 1995). El sector de Maquinaria y Productos Metálicos es otro de los sectores más innovadores según trabajos anteriores, pero sólo resulta en este análisis para el caso español. Las empresas españolas pertenecientes a este sector cuentan con una probabilidad de innovar significativamente superior a la media, lo que no ocurre en el caso uruguayo, aunque en 1994 la significación del parámetro correspondiente aumenta sin alcanzar niveles convencionales de significatividad. Los sectores que podríamos agrupar dentro de las manufacturas ligeras, es decir, alimentos, textil, madera y papel, en España tienen una probabilidad de realizar I+D por debajo de la media de las manufacturas, mientras que en el caso uruguayo, con excepción del Papel e Imprenta que presenta un coeficiente negativo y significativo en 1994, el resto se sitúan en torno a la probabilidad media.

El tamaño que tradicionalmente se señala como otra fuente importante de heterogeneidad en la probabilidad de realizar I+D, también se manifiesta en este caso. La tendencia creciente que se observa es similar en ambos países, confirmando esta hipótesis. Las empresas pertenecientes a los tramos de tamaño superiores a los 100 trabajadores presentan una probabilidad de innovar significativamente superior a la media, mientras que las de tramos de tamaño inferiores muestran una probabilidad significativamente menor a la media. Este resultado es consistente con los obtenidos en los trabajos más recientes referidos a la relación a nivel microeconómico entre I+D y tamaño. Así, por ejemplo, Cohen y Klepper (1996) o Klette y Griliches (1997) obtienen que la probabilidad de que una empresa incurra en actividades de I+D se incrementa con el tamaño y se aproxima a uno en las empresas de mayor tamaño. En España las empresas de tamaño mayor a la media de su sector evidencian una mayor probabilidad de innovar, mientras en Uruguay dicho coeficiente no resulta significativo.

La variable que caracteriza la realización de importación de tecnología tiene un efecto positivo y significativo en la probabilidad de realizar I+D siendo éste más elevado en el caso de las empresas uruguayas. Ello estaría indicando la existencia de complementariedad entre ambas actividades lo cual señala que la importación de tecnología resulta un estímulo en la decisión de realizar actividades de I+D propias.

Cuadro 3: Decisión de realizar actividades de I+D
(Modelo Probit)

	Uruguay		España	
	1990	1994	1990	1994
Constante	-0.85 (3.23)	-0.52 (21.5)	-0.42.(7.90)	-0.35 (6.09)
<u>Sector</u>				
1.- Productos férreos y no férreos	-1.15 (0.09)	-0.19 (0.17)	-0.01 (0.05)	0.60 (2.96)
2.- Productos minerales no metálicos	-0.03 (0.00)	-0.01 (0.00)	-0.11 (1.02)	-0.13 (1.03)
3.- Productos químicos	0.75 (2.38)	0.69 (19.3)	0.53 (5.83)	0.47 (4.93)
4.- Maquinaria y producto metálico	0.27 (0.30)	0.21 (1.78)	0.35 (5.48)	0.25 (3.59)
5.- Alimentos, tabaco y bebidas	0.05 (0.01)	0.02 (0.02)	-0.19 (2.30)	-0.40 (4.23)
6.- Textiles y vestido	-0.14 (0.08)	-0.16 (0.89)	-0.30 (3.27)	-0.19 (1.98)
7.- Madera y muebles	0.45 (0.62)	-0.11 (0.06)	-0.25 (1.80)	-0.39 (2.24)
8.- Papel e imprenta	-0.62 (1.14)	-0.60 (3.78)	-0.30 (2.45)	-0.42 (3.04)
9.- Otros productos manufacturados	0.21 (0.90)	0.19 (0.72)	0.29 (1.58)	0.20 (0.95)
<u>Tamaño</u>				
1.- menos de 50 trabajadores	-0.85 (34.03)	-0.82 (51.3)	-0.79 (14.1)	-0.84 (14.0)
2.- 50-100	-0.16 (1.88)	-0.03 (0.15)	-0.26 (3.02)	-0.27 (2.69)
3.- 100-200	0.22 (4.67)	0.25 (5.94)	0.26 (2.92)	0.28 (3.50)
4.- más de 200	0.79 (6.73)	0.60 (7.32)	0.79 (13.9)	0.83 (13.7)
Tamaño relativo	0.10 (0.52)	0.16 (1.21)	0.25 (2.47)	0.19 (1.94)
Importadora de tecnología	0.51 (6.33)	0.52 (5.39)	0.34 (2.96)	0.22 (1.95)
Edad	0.01 (11.7)	0.01 (13.5)	-0.00 (0.19)	0.00 (1.31)
Empresa exportadora	0.06 (0.13)	0.61 (16.9)	0.56 (7.39)	0.69 (7.96)
Capital extranjero	0.37 (5.38)	0.09 (0.28)	-0.08 (0.81)	-0.17 (1.81)
<u>Estadísticos</u>				
Nº observaciones	555	555	2061	1781
Predicciones correctas	77.5%	79.1%	79.4%	80.0%

El resto de las variables tienen diferente incidencia en ambos países. La antigüedad de la empresa resulta positiva y altamente significativa en Uruguay, mientras que en España esta variable no resulta relevante. El que la empresa realice exportaciones tiene un efecto claramente positivo en España en ambos períodos, mientras que en Uruguay es significativa sólo en 1994. Este diferente impacto puede explicarlo el importante proceso de apertura acaecido en este país a partir de 1990. Un resultado contrario muestra la participación de capital extranjero en la propiedad de las empresas uruguayas, en tanto presenta una incidencia positiva y significativa en la decisión de realizar I+D en 1990, pero pierde significación en 1994. En el caso español dicha variable no es significativa en ninguno de los dos años.

Cuadro 4: Esfuerzo tecnológico: gastos en I+D / ventas
(Modelo MCO)

	Uruguay		España	
	1990	1994	1990	1994
Constante	0.90 (4.77)	0.84 (2.8)	2.34 (9.8)	1.78 (7.82)
<u>Sector</u>				
1.- Productos férreos y no férreos	-1.23 (-1.39)	-0.30 (0.22)	-1.06 (-1.54)	-0.65 (1.26)
2.- Productos minerales no metálicos	0.22 (0.52)	-0.31 (0.42)	-0.51 (-1.00)	-0.33 (0.71)
3.- Productos químicos	-0.31 (-1.27)	0.22 (0.60)	0.81 (2.42)	1.07 (3.56)
4.- Maquinaria y producto metálico	0.46 (1.66)	0.91 (2.2)	0.87 (3.31)	1.19 (4.76)
5.- Alimentos, tabaco y bebidas	-0.45 (1.85)	-0.35 (0.94)	-1.21 (3.18)	-0.85 (2.29)
6.- Textiles y vestido	0.05 (0.20)	-0.16 (0.41)	-0.15 (0.34)	0.23 (0.59)
7.- Madera y muebles	-0.42 (-0.66)	0.76 (0.54)	-0.32 (0.43)	-0.53 (0.63)
8.- Papel e imprenta	0.54 (1.01)	0.18 (0.24)	0.54 (0.90)	-0.41 (0.74)
9.- Otros productos manufacturados	0.34 (1.21)	0.35 (0.98)	1.04 (1.30)	0.27 (0.33)
<u>Tamaño</u>				
1.- menos de 50 trabajadores	0.33 (1.64)	0.94 (4.00)	0.69 (2.49)	0.40 (1.51)
2.- 50-100	0.05 (0.29)	-0.10 (0.46)	0.38 (0.91)	0.95 (2.31)
3.- 100-200	-0.10 (0.63)	-0.46 (2.07)	-0.28 (-0.76)	-0.81 (2.85)
4.- más de 200	-0.23(-2.15)	-0.42 (-2.46)	-0.79 (-3.56)	-0.54 (2.62)
<u>Tamaño relativo</u>				
Importadora de tecnología	-0.17 (0.80)	-0.49 (1.34)	-0.67 (2.05)	-0.51 (1.78)
Edad	-0.31 (1.27)	-0.37 (0.97)	0.46 (1.40)	0.34 (1.13)
Empresa exportadora	0.00 (0.21)	-0.01 (1.19)	-0.00 (0.51)	0.00 (0.01)
Capital extranjero	-0.21 (0.84)	-0.07 (0.23)	-0.27 (0.78)	-0.28 (0.76)
	-0.04 (0.21)	-0.24 (0.74)	-0.39 (1.27)	-0.69 (2.5)
<u>Estadísticos</u>				
Nº observaciones	122	146	700	630
R2 ajustado	8.39	15.85	7.3	8.8
Significatividad sec. y tam. F(11,gl)	2.17	3.21	5.68	5.86
Significatividad conjunta F(16,gl)	1.69	2.71	4.45	4.77

El Cuadro 4 presenta los resultados de la estimación minimocuadrática del modelo de intensidad, siendo las variables explicativas las mismas que en el modelo de probabilidad. En este caso, se observa que mientras que en las empresas españolas existe una importante heterogeneidad sectorial no ocurre lo mismo en las empresas uruguayas, en cuyo caso se evidencia claramente el sector de Maquinaria y Productos metálicos como el más intensivo en I+D. En relación al tamaño se evidencia una tendencia decreciente en el esfuerzo, siendo las empresas más pequeñas las que realizan un mayor gasto en I+D como proporción de sus ventas.

El coeficiente de la variable señalando que la empresa importadora de tecnología no resulta significativo a los niveles convencionales en ningún caso, indicando que el hecho que

una empresa sea importadora de tecnología no afecta el esfuerzo tecnológico realizado, una vez que ha decidido realizar actividades de I+D.

A partir de los parámetros de las ecuaciones de probabilidad de realización de I+D e intensidad de I+D (que denotaremos por β_p y β_{mco}) es posible obtener el efecto total empleando las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 I & \quad \frac{\partial P(y > 0 | x)}{\partial x} = \hat{\beta}_p \varphi(x' \hat{\beta}_p) \\
 II & \quad E(y | x; y > 0) = x' \hat{\beta}_{ols} \\
 III & \quad \frac{\partial (y | x; y > 0)}{\partial x} = \hat{\beta}_{ols} \\
 IV & \quad P(y > 0 | x) = \Phi(x' \hat{\beta}_p)
 \end{aligned}$$

$$Efecto \ Total = I * II + III * IV$$

Para calcular las expresiones I y IV es necesario evaluar las funciones de densidad y distribución de una normal ya que hemos empleado un modelo Probit en la estimación de la probabilidad. Lo habitual en los modelos no lineales de este tipo es evaluar estas funciones en las medias de las variables explicativas. Sin embargo, en la medida en que las especificaciones empleadas en este trabajo presentan un número importante de variables artificiales, es difícil darle una interpretación directa a la media. Por ello se ha preferido presentar los efectos evaluados en subgrupos de empresas de acuerdo al estrato de tamaño. Se eligen dos sectores y tramos de tamaño diferentes para comprobar si el efecto estudiado difiere o no de acuerdo a sectores y tamaños distantes. Se considera el sector de Productos Químicos, que se evidencia como un sector tradicionalmente muy innovador, y el sector de Papel e Imprenta. Con respecto al tamaño, se considera el grupo de pequeñas empresas, es decir las pertenecientes al tramo de tamaño más pequeño (menos de 50 trabajadores) y cuyas ventas no superen la media del sector, y el grupo de empresas grandes, es decir aquellas con más de 200 trabajadores y cuyas ventas superen la media del sector. Además, se evalúa en la media de la variable edad, en las empresas no exportadoras y en las que no tienen más del 20% de capital extranjero.

En el Cuadro 5 se presenta un resumen de los efectos totales de la importación de tecnología sobre el esfuerzo tecnológico, obtenidos a partir de la suma de los efectos intensidad y probabilidad para el sector Productos Químicos y según el tramo de tamaño en 1994. La primera columna (efecto total) de este cuadro, indica que si las empresas realizan importación de tecnología, ello se traduce en un incremento del esfuerzo tecnológico de 0.34% y 0.02% en las empresas uruguayas de mayor y menor tamaño del sector Químico, respectivamente. En España, para este mismo año, el efecto de la importación de tecnología es mayor en las empresas de gran tamaño, ya que en este grupo la importación de tecnología ocasiona incrementos en el esfuerzo tecnológico de 0.46 puntos porcentuales, en relación a los 0.28 en las pequeñas. En este caso tanto el efecto probabilidad como el intensidad son positivos y mayores en las empresas grandes.

La descomposición de este efecto total en el efecto probabilidad e intensidad nos revela una fuerte incidencia en la probabilidad. Así las empresas pequeñas que importan tecnología presentan un incremento en la probabilidad de realizar actividades de I+D de 45 y 22 puntos porcentuales, respectivamente, en la manufactura uruguaya y española. En las empresas de mayor tamaño el impacto es similar. El efecto intensidad es por el contrario negativo en la manufactura uruguaya aunque positivo en la española.

Cuadro 5: Descomposición del efecto total de la importación de tecnología en las actividades de I+D. Sector Productos Químicos (1994).

	Efecto Total	Efecto probabilidad I * II	I	II	Efecto intensidad III * IV	III	IV
1994							
Uruguay							
Menos de 50 trabajadores	0.342	0.453	0.188	2.408	-0.110	-0.369	0.324
Más de 200	0.024	0.239	0.196	1.215	-0.215	-0.369	0.632
España							
Menos de 50 trabajadores	0.287	0.226	0.059	3.835	0.061	0.338	0.181
Más de 200	0.469	0.237	0.079	2.989	0.232	0.338	0.686

Este resultado indica que la importación de tecnología en las empresas uruguayas del sector químico estimula en mayor medida a la realización de actividades de I+D en las empresas pequeñas, sin embargo una vez que han decidido llevar a cabo esas actividades la intensidad del gasto no se incrementa. Ello estaría indicando que la importación de tecnología produce incrementos en las ventas mayores que en los gastos en I+D.

Cuadro 6: Descomposición del efecto total de la importación de tecnología en las actividades de I+D. Sector Productos Papel e Impresión (1994).

	Efecto Total	Efecto probabilidad I * II	I	II	Efecto intensidad III * IV	III	IV
1994							
Uruguay							
Menos de 50 trabajadores	0.116	0.126	0.061	2.229	-0.019	-0.369	0.058
Más de 200	0.085	0.159	0.154	1.036	-0.074	-0.369	0.219
España							
Menos de 50 trabajadores	0.079	0.067	0.018	3.732	0.012	0.338	0.037
Más de 200	0.369	0.252	0.082	3.057	0.117	0.338	0.346

Asimismo, los resultados para un sector menos innovador, como se observa en la primera columna del Cuadro 6, evidencian una incidencia positiva de la importación de tecnología sobre el esfuerzo tecnológico, aunque en este caso el impacto es menor en ambos países al que se había detectado en el sector más innovador. Si las empresas importan tecnología daría lugar a un incremento en el esfuerzo innovador de 0.11 y 0.08 puntos porcentuales en las empresas uruguayas pequeñas y grandes del sector Papel e Imprenta respectivamente, siendo estas cifras de 0.085 y 0.36 respectivamente para el caso español.

6.- CONCLUSIONES

En este trabajo se plantea un análisis comparativo de las decisiones de I+D de las empresas manufactureras uruguayas y españolas. Más específicamente, se estudia la relación existente entre las actividades de generación propia de tecnología por las empresas y la adquisición externa de la misma.

Si bien se evidencia una importante heterogeneidad tanto a nivel sectorial como de tamaño, es posible extraer algunas conclusiones de la modelización presentada. En ambos países y para los años 1990 y 1994, se evidencia el sector de Productos Químicos como aquel con una probabilidad superior a la media de realizar actividades de I+D, lo que confirma resultados de trabajos previos que lo caracterizan como uno de los sectores más innovadores. El sector de Maquinaria y Productos Metálicos, el otro sector tradicionalmente señalado como innovador, registra también una probabilidad de desarrollar actividades de I+D superior a la media, pero sólo para el caso de las empresas españolas.

Por su parte, el tamaño de las empresas se muestra como altamente relevante en cuanto a la decisión de realizar actividades de I+D de las empresas, confirmando también resultados de trabajos previos. En particular, las empresas pertenecientes a los tramos de tamaño con más de 100 empleados presentan una probabilidad de desarrollar esas actividades superiores a la media de las empresas en ambos países.

La decisión de realizar actividades de I+D tanto de las empresas españolas como uruguayas resulta complementaria con la actividad de importación de tecnología de forma significativa en ambos años. En el caso de las empresas uruguayas se evidencia una incidencia positiva en la decisión de realizar I+D de la participación de capital extranjero en la empresa, de la antigüedad de la misma, en ambos años, mientras la orientación exportadora sólo resulta significativa el último año. En el caso de las empresas españolas la orientación exportadora se evidencia con una incidencia positiva en ambos años. Esa diferencia podría deberse a que la economía uruguaya comienza un proceso de apertura externa más decidida a partir de 1990, mientras la españolas lo hizo más tempranamente.

Respecto al esfuerzo tecnológico, las empresas españolas presentan una importante heterogeneidad sectorial, mientras no ocurre lo mismo en las empresas uruguayas, en cuyo caso se pone de manifiesto el sector de Maquinaria y Productos metálicos como el más intensivo en I+D. En relación al tamaño se evidencia una asociación negativa con el esfuerzo,

siendo las empresas más pequeñas las que realizan un mayor gasto en I+D como proporción de sus ventas. Por su parte, el hecho que una empresa sea importadora de tecnología no afectaría el esfuerzo tecnológico realizado, una vez que ha decidido realizar actividades de I+D.

De los resultados respecto a dos sectores industriales de ambos países se puede concluir que la importación de tecnología tiene un efecto total positivo en las actividades de I+D que realizan las empresas, siendo más relevante en el sector más innovador. Respecto a ese efecto de acuerdo al estrato de tamaño, se observa resultados contrapuestos en ambos países, mientras el impacto es mayor en las pequeñas empresas en el caso uruguayo, resulta más relevante en las empresas españolas de mayor tamaño. Los resultados anteriormente reseñados indicarían la existencia de una relación de complementariedad entre las actividades tecnológicas internas a la empresa con la adquisición de tecnología externa, tanto en la industria española como uruguaya, siendo el efecto más intenso en esta última.