

---

# INNOVACIONES DE PRODUCTO, INNOVACIONES DE PROCESO Y EMPLEO.

## EL CASO DE ESPAÑA.

.....  
**RAFAEL LLORCA VIVERO**  
**SALVADOR GIL PAREJA (\*)**  
*Universidad de Valencia*

**DENTRO DEL ÁMBITO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, UNO DE LOS ASPECTOS QUE PREOCUPA EN MAYOR MEDIDA A LOS ECONOMISTAS ES LA INFLUENCIA DEL AVANCE TÉCNICO SOBRE EL EMPLEO. LAS CONCLUSIONES ALCANZADAS POR LOS**

119

escasos trabajos existentes parecen apuntar un efecto positivo de la innovación sobre la creación de puestos de trabajo, aunque, como argumentan algunos autores, razones de especificación econométrica hacen dudar de estos resultados.

Uno de los problemas que presentan las investigaciones en este terreno es la consideración de la innovación de forma genérica sin atender al distinto efecto que la innovación de proceso, que actúa sobre la reducción del coste de producción, y la innovación de producto, que provoca la diferenciación del bien en el

mercado, pueden ejercer sobre la variable a considerar.

El análisis teórico del efecto diferenciado que la innovación de producto y proceso ejercen sobre el empleo lo realiza Katsoulacos (1986). La conclusión general que se puede extraer de la investigación en este terreno es que la innovación de producto tiene mayores posibilidades de generar efectos positivos sobre el empleo que la innovación de proceso pudiendo incluso darse el caso de que, en el corto plazo, esta última tenga efectos negativos. Los factores que determinan la mag-

nitud real del impacto de cada tipo de innovación son diferentes. En el caso de la innovación de proceso y, dependiendo de si nos encontramos en un mercado de competencia perfecta o imperfecta, hay que atender a elementos tales como el grado en que el progreso técnico es ahorrador del factor trabajo, la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital, la participación del trabajo y el capital en el coste total, la elasticidad-precio de la demanda o el margen precio-coste.

En cuanto a la innovación de producto, su impacto en el empleo depende de dos



donde  $\phi_t$  es el factor de descuento.

La ecuación [IV] incorpora cuatro términos. El primero es el que recoge la relación convencional entre la productividad del factor trabajo y el salario real. El segundo incorpora la interacción de la productividad del factor trabajo con el *stock* de conocimiento y se puede interpretar como el efecto de la innovación sobre la relación capital-trabajo. El tercer término recoge los costes de ajuste de las empresas, mientras el cuarto término refleja cómo varían los costes de ajuste con la innovación.

La ecuación a estimar es la siguiente:

$$W_t = \beta_1 \left( \frac{PQ}{N} \right)_t + \beta_2 \left( \frac{PQ}{N} G \right)_t + \beta_3 \text{ADJ}1_t + \beta_4 \text{ADJ}2_t \quad \text{[VII]}$$

donde:

$$\beta_1 = \alpha_0 \left( 1 - \frac{1}{\eta} \right), \beta_2 = \alpha_1 \left( 1 - \frac{1}{\eta} \right), \beta_3 = -\delta_0 \text{ y } \beta_4 = -\delta_1.$$

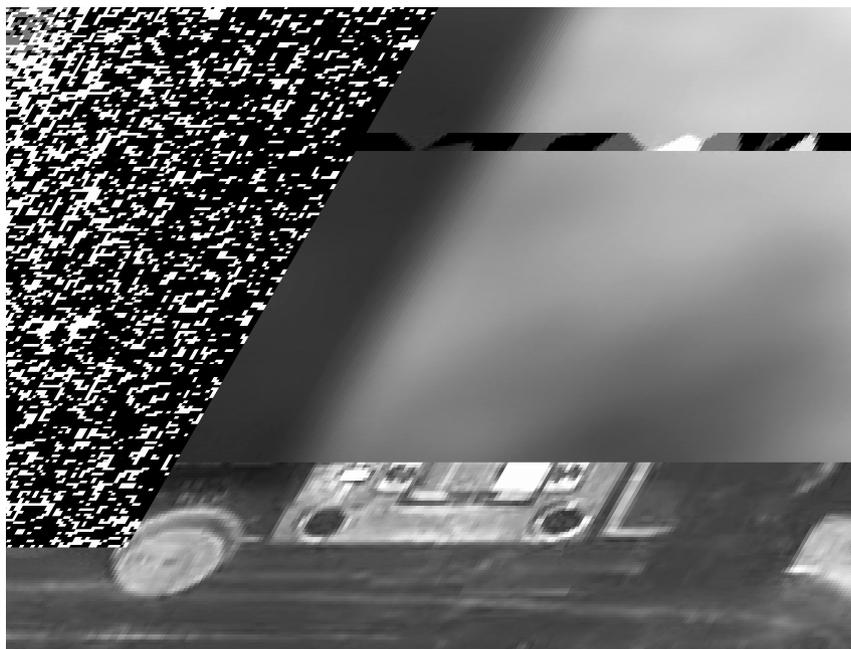
Cuando  $\beta_2 = 0$  el capital de conocimiento no incide sobre la relación K/N.  $\beta_2 < 0$  indica una profundización en el uso del factor capital. En ausencia de costes de ajuste,  $\beta_3 = \beta_4 = 0$ . Si el capital de conocimiento no incide en los costes de ajuste  $\beta_4 = 0$  y si los costes de ajuste son menores para las empresas innovadoras  $\beta_4 > 0$ .

La novedad que incorpora nuestro análisis radica en distinguir dentro del capital de conocimiento  $G_t$  aquel que se genera por medio de la innovación de producto y aquel otro que se produce por la innovación de proceso. El capital de conocimiento se construye a través de las innovaciones presentes y pasadas de las empresas (descontando la depreciación) según la siguiente fórmula:  $G_t = I_t + (1 - \lambda) G_{t-1}$  donde  $I_t$  es el número de innovaciones y  $\lambda$  la tasa de depreciación. De este modo, la distinción entre innovación de producto y proceso implica disponer de dos tipos de capital de conocimiento:

$$G_t^{\text{proc}} = I_t^{\text{proc}} + (1 - \lambda) G_{t-1}^{\text{proc}} \quad \text{[VIII]}$$

$$G_t^{\text{prod}} = I_t^{\text{prod}} + (1 - \lambda) G_{t-1}^{\text{prod}} \quad \text{[IX]}$$

Por tanto, la ecuación [VII] se convierte en:



$$W_t = \beta_1 \left( \frac{PQ}{N} \right)_t + \beta_2 \left( \frac{PQ}{N} G^{\text{proc}} \right)_t + \beta_2^2 \left( \frac{PQ}{N} G^{\text{prod}} \right)_t + \beta_3 \text{ADJ}1_t + \beta_4^1 \text{ADJ}PROC_t + \beta_4^2 \text{ADJ}PROD_t + u_{t+1} \quad \text{[X]}$$

Las variables ADJPROC y ADJPROD resultan de sustituir la variable  $G_t$  por  $G_t^{\text{proc}}$  y  $G_t^{\text{prod}}$ , respectivamente. Los comentarios hechos anteriormente acerca de cómo interpretar el signo de los parámetros en cada caso son igualmente válidos ahora.

Bajo el supuesto de expectativas racionales, las únicas variables que están correlacionadas con el término de error y cabe, por tanto, considerarlas como endógenas son aquellas que están referidas al período  $t+1$ , es decir, las variables relativas a los costes de ajuste de las empresas. No obstante, como señalan Meghir *et al.* (1996), el hecho de que las observaciones en un momento dado puedan ser el resultado de la agregación de varios períodos de decisión, así como la existencia de desfases en la toma de decisiones, lleva a plantear la estimación del modelo en primeras diferencias mediante el uso de variables instrumentales desfasadas dos o más períodos. Las variables instrumentales utilizadas son el

empleo, el primer desfase de su crecimiento ( $\Delta N_{t-1}/N_{t-2}$ ), las innovaciones de proceso, las innovaciones de producto y el *stock* de capital físico (1). En nuestro caso, la diferencia con el trabajo de referencia se encuentra, asimismo, en la descomposición de las innovaciones en producto y proceso.

La estimación econométrica se ha basado en la utilización del estimador denominado «Symmetrically Normalized GMM» (2) (SNM) desarrollado por Alonso-Borrego y Arellano (1999). Dicho estimador es particularmente apropiado para este tipo de análisis, por dos motivos esenciales. En primer lugar, en la estimación de la ecuación [X] el procedimiento usual es normalizar el modelo de forma que el empleo sea la variable dependiente. Si bien con el estimador SNM este tipo de estimación indirecta coincide con la estimación directa, no ocurre lo mismo con el Método Generalizado de Momentos (MGM) convencional. En este sentido, en el caso de que no hubiese costes de ajuste en el empleo, la estimación indirecta no es adecuada ya que implica dividir por un parámetro que es cero. En segundo lugar, si las variables instrumentales están poco correlacionadas con las variables endógenas, el MGM convencional está sesgado hacia el MCO, algo que no ocurre con el estimador SNM.

•••••

## DATOS

Los datos utilizados proceden de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) realizada por la Fundación Empresa Pública. En esta base de datos se dispone, para el período 1990-97, de información detallada de más de dos mil empresas del sector manufacturero en ocho ámbitos: actividad, productos y procesos de producción, clientes y proveedores, precios y costes, mercados, actividades tecnológicas, comercio exterior, empleo y datos contables.

El proceso de depuración de los datos (*outliers*, datos erróneos, fusiones, absorciones, etc.) y la necesidad de disponer para cada empresa de información acerca de todas las variables en el período analizado han restringido la muestra a 697 empresas. La medición de las diferentes variables se ha realizado como sigue:

**La variable que refleja la producción** ( $PQ_{it}$ ) se ha medido por la suma de las «ventas» y la «variación de existencias» de la empresa en el año correspondiente. Este dato se ha deflactado por el Índice de Precios Industriales que proporciona el *Boletín estadístico* del Banco de España (donde 1990 es el año base) con la siguiente desagregación sectorial: Extracción de minerales metálicos, Industria de los minerales no metálicos, Industria química, Fabricación de productos metálicos, Construcción de maquinaria y equipo mecánico, Construcción de máquinas de oficina, Construcción de maquinaria y material eléctrico, Construcción de vehículos automóviles, Construcción de otro material de transporte, Productos alimenticios, bebidas y tabaco, Calzado, vestido y confecciones textiles, Cuero, Madera y papel (media aritmética de los dos sectores), Transformación del caucho y materiales plásticos y Resto de industrias manufactureras.

**El capital físico** ( $K_{it}$ ) se mide por el inmovilizado material de la empresa. El deflactor utilizado es el Índice de Precios de Bienes de Equipo proporcionado por el *Boletín estadístico* del Banco de España (siendo el año base 1990).

**El salario real** ( $w_{it}$ ) se ha calculado dividiendo los gastos de personal de la em-

CUADRO 1  
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS  
PARA EL PERÍODO 1991-1996  
NÚMERO DE EMPRESAS: 697

Variable	Media	Desv. típica
W (10 <sup>6</sup> pts)	2,758	1,183
PQ/N (10 <sup>6</sup> pts)	14,407	13,172
(PQ/N)Gproc (10 <sup>6</sup> pts)	19,738	41,122
(PQ/N)Gprod (10 <sup>6</sup> pts)	66,855	385,98
ADJ1	0,0053	0,355
ADJPROC	0,0082	0,33
ADJPROD	0,0149	2,523
Iprod	1,857	10,723
Iproc	0,473	0,724
Empleo	190,27	531,47
Capital (10 <sup>9</sup> pts)	2,186	7,564
Gprod	4,304	17,874
Gproc	1,151	1,421

FUENTE: Elaboración propia a partir de la ESEE.

presa (deflactados mediante el deflactor del PIB) entre el número de empleados de la misma ( $N_{it}$ ).

**El capital de conocimiento resultado de la innovación de producto** ( $Gprod_{it}$ ) se ha medido según la ecuación [VIII], donde  $Iprod_{it}$  refleja el número de innovaciones de producto declarado por la empresa en un año determinado.

**El capital de conocimiento resultado de la innovación de proceso** ( $Gproc_{it}$ ) se mide según la ecuación [IX]. En este caso  $Iproc_{it}$  no refleja el número de innovaciones de proceso de la empresa, ya que no se dispone de esta información. Por ello, esta variable toma valor cero si la empresa no ha registrado innovaciones de proceso en el año considerado, valor 1 si la empresa declara que la innovación consiste en una nueva máquina o en un nuevo proceso productivo y valor 2 si la innovación consiste en ambas. En anteriores trabajos se ha comprobado cómo esta forma de medir la variable opera razonablemente bien. Tanto para  $Gprod_{it}$  como para  $Gproc_{it}$  la tasa de depreciación  $\lambda = 0,3$ , a semejanza del valor escogido por Meghir *et al.* (1996).

**Los costes de ajuste** se han calculado tal y como se refleja en las ecuaciones [V] y [VI], sustituyendo los valores esperados

por las realizaciones efectivas de dichos valores. Esto ha hecho que el período muestral para la estimación se haya visto reducido al intervalo 1991-96. La tasa de descuento escogida ha sido  $\delta = 0,05$ . Como demuestran Meghir *et al.* (1996), la elección del tipo de descuento (por ejemplo, variable con los años) deja prácticamente inalteradas las estimaciones.

El cuadro 1 recoge la media y la desviación típica de las diferentes variables en la muestra original. Para la estimación econométrica se han tomado logaritmos

de las variables  $\frac{PQ}{N_{it}}$ ,  $K_{it}$ ,  $w_{it}$  y  $N_{it}$ .

•••••

## ESTIMACIONES

En el cuadro 2 se presentan las estimaciones utilizando el estimador SNM. Como se aprecia, el coeficiente correspondiente a la productividad del factor trabajo presenta el signo correcto y es significativo. Por su parte, el coeficiente de ADJ1 es negativo y significativo, lo que es previsible en el caso español, dada la rigidez de su mercado de trabajo, y coincide con las estimaciones realizadas por Meghir *et al.* (1996) para el Reino Unido. Con respecto al resto de parámetros, este último estudio sugiere que la innovación tecnológica induce una profundización en el uso del factor capital, aunque el coeficiente correspondiente está muy lejos de ser significativo.

Por su parte, el capital tecnológico hace que los costes de ajuste sean menores o, dicho de otro modo, las empresas innovadoras son más flexibles a la hora de adaptarse a una perturbación exógena, resultado que parece coherente con lo que cabría esperar.

Si nos centramos en nuestras estimaciones se aprecia una clara diferencia entre el impacto del capital de conocimiento generado por la innovación de producto y aquel que es resultado de la innovación de proceso. Curiosamente, la innovación de producto induce a la profundización en el uso del factor capital, al contrario de lo que ocurre con la innovación de proceso, aunque en este último caso la estimación es muy imprecisa. En relación con los costes

de ajuste, el efecto de ambos tipos de innovación también es diferente. La innovación de producto hace que las empresas se enfrenten a menores costes de ajuste, aunque el parámetro correspondiente no aparece como significativo. Por el contrario, la innovación de proceso supone mayores costes de ajuste a las empresas, tal y como refleja el parámetro correspondiente, que además aparece como altamente significativo. Este último resultado es, cuando menos, sorprendente.

En lo que concierne a la especificación econométrica, el test de Sargan de sobre-identificación de las restricciones del estimador SNM no rechaza la hipótesis nula de validez de los instrumentos. De igual modo, el test de autocorrelación de segundo orden (Arellano y Bond, 1991) indica la inexistencia de problemas en este sentido.

Los resultados apuntados no parecen en consonancia con lo que cabría esperar. Por un lado, las estimaciones dan a entender que es precisamente la innovación de producto la que tiene menores posibilidades de generar empleo ya que, en definitiva, induce una mayor relación capital-trabajo. No parece que ocurra lo mismo con la innovación de proceso. Aunque esta última conclusión pueda parecer extraña, no lo es tanto si pensamos que la innovación de proceso puede suponer la sustitución de una máquina por otra o, de forma alternativa, cualquier tipo de alteración en el proceso productivo que no implique necesariamente la profundización en la utilización del factor capital, sobre todo si tenemos en cuenta que este tipo de innovación puede implicar mayor productividad del factor trabajo, pero también del factor capital.

Hay que precisar que el que un tipo de innovación u otro induzca una profundización en el uso del factor capital no implica necesariamente que el nivel de empleo se reduzca ya que, al mismo tiempo, el efecto previsible de la innovación es el crecimiento de la producción. Lo que sí parece cierto es que aquel tipo de innovación que incide sobre una mayor utilización del factor capital tiene, en principio, menos posibilidades de crear empleo. En la sección siguiente, se efectuará un análisis adicional con el objeto de confirmar los resultados aquí obtenidos.

CUADRO 2  
ESTIMACIONES DE LA FUNCIÓN DE DEMANDA DE TRABAJO CON SNM  
VARIABLE DEPENDIENTE: SALARIO MEDIO REAL

PQ/N	0,2561 (0,077)
(PQ/N)Gproc	0,0009 (0,002)
(PQ/N)Gprod	-0,0002 (0,0001)
ADJ1	-0,066 (0,005)
ADJPROC	-0,0346 (0,009)
ADJPROD	0,00098 (0,00081)
Ficticias temporales	SÍ
Test de Sargan (GL)	37,32 (32)
Test de autocorr. 2º orden	-0,757 (697)

Notas: Las estimaciones incluyen una constante. Desviación típica del estimador entre paréntesis. El test de Sargan sigue una distribución Chi-cuadrado. El test de autocorrelación de segundo orden sigue la distribución N (0,1).

El hecho de que la innovación de proceso eleve los costes de ajuste de las empresas resulta difícil de explicar, pero probablemente tiene que ver con el tipo de empresas que realizan esta inversión. Llorca (2001a) demuestra cómo una vez la empresa tiene cierto grado de diferenciación en el mercado, la variable tamaño resulta significativa a la hora de explicar este tipo de innovación. En ese caso, la variable innovación puede reflejar un efecto «tamaño de empresa» que estaría sesgando los resultados en la dirección incorrecta. Meghir *et al.* (1996) demuestran cómo las grandes empresas se enfrentan a mayores costes de ajuste. No obstante, en el apartado siguiente se proponen explicaciones alternativas.

### INNOVACIÓN Y CREACIÓN DE EMPLEO

En el apartado anterior, el análisis econométrico sugiere que, en el caso de España, la innovación de proceso tiene mayores efectos positivos sobre la creación de empleo que la innovación de producto, aspecto éste que contradice la teoría. Para comprobar este extremo, hemos recurrido a la estrategia empírica diseñada por Van Reenen (1997), donde, entre otras cosas,

se distingue entre la innovación de producto y de proceso a la hora de analizar su impacto sobre el empleo. Si bien en la citada investigación se estudia tanto el efecto contemporáneo como el desfasado de ambos tipos de innovación, en nuestro caso nos centraremos únicamente en el impacto de las innovaciones en el período corriente ya que, al disponer de escasa información temporal, la pérdida de grados de libertad es importante.

Partiendo de la maximización de la función de producción en donde la variable representativa del *output* se ha sustituido por la condición de primer orden para el capital, la expresión estocástica del modelo toma la forma:

$$n_{it} = \beta_1 INNOV_{it} + \beta_2 w_{it} + \beta_3 k_{it} + \eta_t + u_{it} \quad [XI]$$

donde:

$n_{it}$  = logaritmo del empleo;  $INNOV_{it}$  = número de innovaciones de la empresa;  $w_{it}$  = logaritmo del salario real;  $k_{it}$  = logaritmo del *stock* de capital y  $\eta_t$  = ficticias temporales que recogen el coste del capital, que se supone constante entre empresas.

En esta especificación,  $\beta_2$  es la elasticidad de sustitución entre el factor trabajo y el factor capital. La ecuación [XI] presenta algunos problemas econométricos. En primer lugar, la existencia de costes de ajuste (como se demostró en el apartado anterior) recomienda incorporar al menos dos desfases de la variable dependiente en el conjunto de variables explicativas. En segundo lugar, la existencia de heterogeneidad inobservable entre empresas aconseja la estimación del modelo en primeras diferencias. Por último, la diferenciación hace que la variable  $\Delta n_{it-1}$  esté correlacionada con el término de error  $\Delta u_{it}$ , por lo que dicha variable hay que instrumentalizarla (3). El instrumento elegido es el segundo desfase del empleo  $n_{it-2}$ .

Por tanto, la ecuación final a estimar tiene la forma:

$$n_{it} = f_i + \beta_1 n_{it-1} + \beta_2 n_{it-2} + \beta_3 IPROC_{it} + \beta_4 IPROD_{it} + \beta_5 w_{it} + \beta_6 k_{it} + \eta_t + u_{it} \quad [XII]$$

donde:

$f_i$  = efectos individuales;  $I\text{PROC}_{it}$  = número de innovaciones de proceso (véase el segundo epígrafe), y  $I\text{PROD}_{it}$  = número de innovaciones de producto.

Los resultados de la estimación para el caso español se muestran en el cuadro 3. Como se observa, tanto las innovaciones de producto como las de proceso presentan un signo positivo. No obstante, el coeficiente es significativo sólo para las innovaciones de proceso, lo que implica que, al menos para el período analizado, únicamente este tipo de innovación evidencia un impacto favorable sobre el empleo, resultado coherente con las estimaciones del apartado anterior (4). Los restantes parámetros de la ecuación presentan el signo esperado y son significativos.

Por tanto, contrariamente a lo que cabría esperar, las estimaciones revelan que, en el caso español, la innovación de proceso ejerce una influencia positiva sobre el empleo mayor que la innovación de producto. Este resultado puede tener la siguiente interpretación. La probabilidad de que la innovación de proceso tenga efectos positivos sobre el empleo es mayor si la reducción en los costes, y por tanto en el precio, implica un incremento suficientemente grande de la demanda como para compensar el hecho de que el avance tecnológico en el proceso productivo requiere una menor cantidad de trabajo por unidad de *output* (5). Por ello, la impresión que se obtiene es que en la economía española la variable precio sigue siendo un factor determinante de la competencia entre empresas. Recientemente, Yorukoglu (2000) demuestra que en aquellas situaciones en las que la productividad es baja en relación con el número de variedades del producto disponibles, la innovación de proceso tiene un efecto positivo sobre el empleo, mientras que la innovación de producto no ejerce un impacto significativo sobre esta variable. Esto ocurre si los individuos están restringidos en el consumo de las distintas variedades, ya que no pueden adquirir una cantidad infinitesimal de cada una de ellas (pensemos en el caso de los automóviles). Un incremento en la productividad reduce

CUADRO 3  
VARIACIÓN DEL EMPLEO  
E INNOVACIÓN

Variable	Variables instrumentales
$l\text{prod}$	0,00011 (0,00012)
$l\text{proc}$	0,0051 (0,0018)
$N(-1)$	0,383 (0,124)
$N(-2)$	0,108 (0,041)
$W$	-0,794 (0,069)
$K$	0,0259 (0,013)
$R^2$ ajustado	0,39
DW	2,02

Nota: La estimación incluye una constante y variables ficticias temporales. Desviación típica entre paréntesis.

el precio de las distintas variedades, por lo que los consumidores pueden tener acceso a una variedad en la que antes operaba la restricción. El análisis de Yorukoglu (2000) plantea la posibilidad de que en las naciones más atrasadas de la UE opere la restricción en el consumo mencionada.

Precisamente este hecho es el que puede estar induciendo el pobre resultado con relación a las innovaciones de producto, ya que la variable «diferenciación del bien» (horizontal o vertical) puede que no induzca el incremento en la demanda necesario (neto del efecto desplazamiento sobre los productos anteriores) para que tenga su reflejo en el empleo (6). Un incremento en el número de variedades no tiene efectos en la actividad económica si los consumidores ya están restringidos con las variedades existentes.

Esta argumentación necesita una aclaración mayor ya que el análisis teórico de Katsoulacos (1986) predice que, en equilibrio, el empleo debe crecer en todo caso. La premisa esencial de este autor es que el grado de utilización del factor trabajo en el proceso productivo del nuevo bien es el mismo que en el de los bienes ya existentes. No obstante, y con estos mismos datos, ha quedado demostrado (Llorca, 2001b) que existe una relación de causalidad entre la innovación de producto y la de proceso, por lo que es relativamente común que una innovación de producto lleve aparejada una innovación

de proceso, produciéndose, así, una alteración en el proceso productivo (7). En este sentido, no se cumple uno de los supuestos esenciales para afirmar que la innovación de producto genera más empleo que la innovación de proceso.

De hecho, Greenan y Guellec (2000) obtienen un resultado similar al nuestro para el caso de Francia. Estos autores demuestran que, cuando consideramos como unidad de análisis la empresa, la innovación de proceso ejerce un impacto positivo sobre el empleo mayor que la innovación de producto. Paradójicamente, cuando el estudio se centra en los sectores ocurre lo contrario. La explicación más plausible es el fenómeno denominado «destrucción-creativa»: la innovación de proceso hace que una empresa incremente su empleo a costa de otras. Por el contrario, la innovación de producto amplía el tamaño del mercado.

Quedan dos puntos por resolver: el que la innovación de producto incremente la relación capital-trabajo y no lo haga la innovación de proceso y el que la innovación de proceso induzca el aumento de los costes de ajuste de las empresas. El motivo de que el capital de conocimiento derivado de la innovación de producto intensifique el uso del factor capital y no así el de la innovación de proceso puede deberse al hecho, muy probable, de que los procesos productivos de bienes de mayor calidad sean más capital intensivos (8), efecto que predominará cuando tengamos en cuenta sólo este tipo de innovaciones.

Por su parte, la innovación de proceso puede provocar mayores costes de ajuste, aparte de por el factor «tamaño» aludido anteriormente, sobre todo por el motivo de que genera empleo en un mercado de trabajo con todavía importantes rigideces. Se ha demostrado (Berman *et al.*, 1994) que la creación de empleo en las sociedades modernas está sesgada hacia el trabajo cualificado, incrementándose de forma importante la relación trabajo cualificado-no cualificado en las empresas, lo que, muy probablemente, eleva los costes de generación y destrucción de empleo asociados con el reclutamiento, formación, despido, etc.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado el impacto que la innovación de producto y proceso ejerce sobre el empleo. Si bien la teoría predice que la innovación de producto tiene unos efectos positivos sobre el empleo mayores que la innovación de proceso, la estimación de la función de demanda de trabajo para el caso español parece apuntar lo contrario. La explicación más plausible se encuentra en que la competencia en el mercado se rige más por consideraciones de precio que por aquellas variables que son el resultado de una mayor diferenciación del producto, como pueden ser la calidad, el diseño, etc. Por contra, la innovación de proceso hace que las empresas se enfrenten a mayores costes de ajuste, lo que probablemente es consecuencia de la mayor importancia relativa del trabajo cualificado con relación al no cualificado.

Las consecuencias de política económica que pueden extraerse de estos resultados son ambiguas, ya que si bien parece que en aras a la creación de empleo la política tecnológica debería ir encaminada con un cierto sesgo hacia la innovación de proceso, la contrapartida parece ser una menor flexibilidad de las empresas ante las perturbaciones externas.

**(\*) Agradecemos al profesor Manuel Arellano que nos proporcionara amablemente el código Gauss del estimador SNM. También agradecemos a la Fundación Empresa Pública que nos haya facilitado los datos. Este trabajo se ha beneficiado de la financiación de la Universidad de Valencia a través del proyecto UV01-03.**

NOTAS

- (1) Véase Meghir *et al.* (1996, pp. 259-60) para una discusión acerca de las variables instrumentales a utilizar.
- (2) Los detalles del estimador se recogen en el apéndice.
- (3) Como señala Van Reenen (1997), pueden existir también problemas de endogeneidad con las variables «salario» y «capital», por lo

APÉNDICE  
METODOLOGÍA

Para estimar el modelo definido por la ecuación [X] se ha utilizado el estimador Symmetrically Normalized GMM (SNM) desarrollado por Alonso-Borrego y Arellano (1999). Consideremos el modelo:

$$y_{it} = x_{it}\delta + \eta_i + v_{it} \quad \begin{matrix} t = 1, \dots, T. \\ y = 1, \dots, N. \end{matrix}$$

La estimación se basa en el conjunto de condiciones de ortogonalidad definidas por:

$$E[z_i^l(\Delta y_{it} - \Delta x_{it}\delta)] = 0 \quad t = 1, \dots, T-1.$$

donde  $z_{it}$  es el vector de instrumentos. Si particionamos  $\Delta x = (\Delta x_1, \Delta x_2)$  y  $\delta = (\delta_1, \delta_2)$  para distinguir las variables endógenas de las exógenas, el estimador SNM se obtiene:

$$\hat{\delta}_{SNM} = \min_{\delta} \frac{(\Delta y - \Delta x\delta)'M(\Delta y - \Delta x\delta)}{(1 + \delta_1'\delta_1)}$$

donde:

$$M = Z'A_NZ \text{ y } A_N = (Z'Z)^{-1}.$$

Por tanto,

$$\hat{\delta}_{SNM} = (\Delta x'M\Delta x - \lambda\Delta)^{-1} \Delta x'M\Delta y.$$

Si todas las variables del modelo son endógenas entonces  $\Delta = I$  y  $\lambda = \min \text{ autovalor}(\Delta W'M\Delta W)$ , siendo  $\Delta W = (\Delta y, \Delta x)$ . Cuando estamos en el caso de identificación exacta entonces  $\hat{\delta}_{SNM} = \hat{\delta}_{GMM}$ . El test de sobreidentificación de las restricciones viene dado por:

$$(1 + \hat{\delta}_1'\hat{\delta}_1) \xrightarrow{d} \chi^2_{q-k}$$

donde:

q = número de restricciones y k = número de parámetros. Este test es asintóticamente equivalente al de Sargan.

que realiza también estimaciones instrumentalizando estas dos variables. Las conclusiones no varían significativamente.

(4) Llorca (2001b) también demuestra cómo sólo las innovaciones de proceso inciden de forma directa sobre los incrementos en la productividad del factor trabajo en el ámbito de la empresa.

(5) Dado que este hecho hace que el coste efectivo del factor trabajo se reduzca con relación al del factor capital, si la elasticidad de sustitución entre ambos factores fuese lo suficientemente grande (en todo caso mayor que las innovaciones de proceso tendrían también un efecto positivo sobre el empleo. No parece que éste sea el caso de España, dada la magnitud del parámetro que acompaña al salario.

(6) Hay que considerar también el denominado «efecto bienestar», que no está incorporado en la función de demanda de trabajo.

(7) De todas formas, no se han detectado en la muestra problemas de multicolinealidad entre las variables. Teniendo en cuenta el hecho aquí apuntado, se han realizado también estimaciones considerando únicamente la innovación de producto o la de proceso. La única variación con la estimación que se presenta es

que en la ecuación que sólo considera la innovación de producto aparece un incremento de los costes de ajuste con esta variable. La explicación se encuentra en que hemos eliminado del modelo una variable que es relevante (la que refleja la innovación de proceso), por lo que el parámetro está sesgado.

(8) Hay que tener presente en todo momento que la variable que recoge las innovaciones de proceso presenta ciertas peculiaridades.

BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): «Some Test of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations», *Review of Economic Studies*, 58, pp. 277-298.
- ALONSO-BORREGO, C. y ARELLANO, M. (1999): «Symmetrically Normalized Instrumental-Variable Estimation Using Panel Data», *Journal of Business & Economic Statistics*, 17, pp. 36-49.

- BERMAN, E., BOUND, J. y GRILICHES, Z. (1994): «Changes in the Demand for Skilled Labour in US Manufacturing Industries: Evidence from the Annual Survey of Manufacturers», *Quarterly Journal of Economics*, 109, pp. 367-398.
- GREENAN, N. y GUELLEC, D. (2000): «Technological Innovation and Employment Reallocation», *Labour*, 14, pp. 547-590.
- HAMERMESH, D. S. (1989): «Labor Demand and the Structure of Adjustment Costs», *American Economic Review*, 79, pp. 674-689.
- KATSOULACOS, Y. (1986): *The employment effects of technological change*, Londres, Wheatsheaf.
- LLORCA, R. (2001): «Product Differentiation and Process R&D: The Trade off between Quality and Productivity in the Spanish Firm», *Journal of Industry, Competition and Trade*, 2, pp. 181-202.
- LLORCA, R. (2002): «The Impact of Process Innovations on Firm's Productivity Growth: The Case of Spain», *Applied Economics*, 34, pp. 1007-1016.
- MEGHIR, C., RYAN, A. y VAN REENEN, J. (1996): «Job Creation, Technological Innovation and Adjustment Costs: Evidence from a Panel of British Firms», *Annales D'Economie et de Statistique*, 41/42, pp. 255-274.
- VAN REENEN, J. (1997): «Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms», *Journal of Labor Economics*, 15, pp. 255-284.
- YORUKOGLU, M. (2000): «Product vs. process innovations and economic fluctuations», [www.elsevier.nl/locate/econbase](http://www.elsevier.nl/locate/econbase), Carnegie-Rochester Conference Series in Public Policy, 52, pp. 137-63.