
INNOVACIÓN Y EMPLEO: EVIDENCIA A ESCALA DE EMPRESA. (*)

ÁNGEL GARCÍA
CÉSAR RODRÍGUEZ

Departamento de Economía
Universidad de Oviedo

JORDI JAUMANDREU

Departamento de Economía
Universidad Carlos III de Madrid

ESTE ARTÍCULO RESUME EL MODELO EMPLEADO Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO EN GARCÍA, JAUMANDREU Y RODRÍGUEZ (2002), CENTRADA EN ESPECIFICAR Y ESTIMAR ESTRUCTURALMENTE LOS

111

efectos de la innovación tecnológica sobre el empleo de las empresas, a partir de un panel de empresas manufactureras españolas observadas durante los años noventa.

La innovación es generalmente considerada por los economistas como generadora de dos efectos sobre el empleo. Por una parte, se espera que destruya empleo, reduciendo las necesidades del *input* trabajo por unidad de *output*. Por la otra, se confía en que desencadene una expansión del *output* que acabe generando mayor empleo que el que destruye. Las formas de operación de estos dos

efectos son, sin embargo, poco conocidas, así como particularmente escasos los intentos de cuantificarlos.

El mecanismo básico se supone que opera, en primer lugar, a escala de empresa. Formalizaciones de esta idea pueden encontrarse, por ejemplo, en Stoneman (1983), Katsolaucos (1984) y Hamermesh (1993). En el ámbito de la empresa, las innovaciones de proceso reducirán, en primer lugar, los requerimientos de empleo para producir cada cantidad de *output* (efecto desplazamiento). Pero, a la vez, el incremento de la eficiencia del tra-

bajo y del resto de los *inputs* causará una reducción del coste marginal, que, si se traslada a precios, generará un aumento de la demanda (efecto compensación).

El resultado global de la operación de ambos efectos se espera sea positivo y estará relacionado con el valor de la elasticidad precio de la demanda. Además, el cambio en la demanda se verá reforzado por la introducción de innovaciones de producto, que crean un efecto compensación puro.

El resultado de este mecanismo sólo proporciona, sin embargo, la cota supe-

rior del impacto que la innovación puede tener sobre el empleo. El comportamiento de los agentes de la empresa, tratando de apropiarse de rentas de la innovación, puede agravar el efecto desplazamiento y debilitar los efectos compensación. Dos formas evidentes son la negociación de alzas salariales, que contrapesen el ahorro en costes obtenido a través de la innovación, y la explotación de la ampliación del poder de mercado mediante la rigidez de los precios, trasladando insuficientemente el cambio en los costes.

A pesar del interés del tema, ha habido muy pocos trabajos que lo hayan abordado de forma directa, probablemente por las dificultades de datos que plantea. Algunos trabajos previos relacionados son, Nickell y Kong (1989 a, b), Van Reenen (1997) y Smolny (1998). El trabajo de García, Jaumandreu y Rodríguez (2002) está dirigido a realizar una valoración estructural de estos efectos a escala de empresa. Para ello, se construye un marco teórico que incluye la especificación de la función de producción (y por tanto de costes) de la empresa, así como la función de demanda, a través de la que operan los efectos compensadores. En este marco se definen con precisión los efectos desplazamiento y compensación. El trabajo incluye también una especificación de forma reducida del impacto del comportamiento de los agentes, así como su estimación.

El modelo puede ser estimado gracias a la riqueza informativa de los datos provenientes de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) (1). Se encuentran y cuantifican importantes efectos positivos de la innovación sobre el empleo, pero también se pone de manifiesto que se trata de efectos condicionales al comportamiento de los agentes.

El resto de este resumen está organizado como sigue. En el primer apartado se expone el marco teórico utilizado. En el segundo, se muestran y comentan los datos que se utilizan sobre empleo e innovación para la industria española de los noventa. En el tercero se repasan los principales resultados, y en el cuarto se resumen las principales conclusiones.



EFFECTOS DESPLAZAMIENTO Y COMPENSACIÓN. EL IMPACTO DEL COMPORTAMIENTO

En este apartado se definen en primer lugar los efectos básicos que el modelo considera. Después, se introduce en el modelo el posible impacto de los comportamientos de los agentes y, finalmente, se indican las ecuaciones necesarias para medir todos estos efectos.

Tómese una empresa que opera con una función de producción con rendimientos constantes a escala en los *inputs* tradicionales (trabajo, capital, materias primas). Se supondrá que la función de producción es desplazada por el capital tecnológico acumulado, que se denotará por K , a través de las innovaciones de proceso. Este desplazamiento aumenta en la misma medida la productividad marginal de todos los factores (el impacto de la innovación tecnológica es «neutral-Hicks»). Supóngase, a su vez, que la empresa compete en un mercado de producto diferenciado, donde experimenta una demanda que depende negativamente del precio de su producto y positivamente del de los rivales, pero también del capital tecnológico acumulado. Es natural suponer que el capital, K , también desplaza la demanda a través de las innovaciones de producto, aunque ahora es

preciso controlar por el capital acumulado por los competidores.

Si la empresa invierte continuamente en actividades tecnológicas para obtener innovaciones de proceso y de producto, ambos aspectos se irán modificando conforme las innovaciones son aplicadas. Supondremos que al comienzo de cada período la empresa ajusta el precio y la cantidad de su producto, así como el empleo, de acuerdo con las modificaciones tecnológicas introducidas y con los costes y la demanda esperados. Tres ecuaciones permiten caracterizar el impacto esperable de las modificaciones tecnológicas sobre el empleo:

$$\begin{aligned} p &= (1 + \mu) c(w, K) \\ Y &= D(d^e, p, p_R, K, K_R) \\ L &= c_l(w, K) Y \end{aligned}$$

La primera indica que el precio p es establecido con un margen sobre el coste medio (o marginal), que, a su vez, depende de los precios corrientes de los factores w , y del nivel alcanzado por el capital tecnológico. La segunda establece que la demanda esperada por la empresa dependerá, dados el crecimiento exógeno esperable, d^e , y los precios y capital de los competidores, p_R y K_R , del precio que establezca la empresa para su producto y , de nuevo, del nivel alcanzado por el capital tecnológico. La tercera muestra que el empleo L es una función del *output* esperado a través de un coeficiente que depende de los costes (este coeficiente es, por el lema de Shephard, la derivada del coste medio respecto al precio del trabajo).

Utilizando las tres ecuaciones, se puede escribir una expresión para el empleo que ponga de manifiesto las distintas vías por las que el nivel alcanzado por el capital tecnológico va a afectar al mismo:

$$L = c_l(w, K) D(d^e, (1 + \mu) c(w, K), p_R, K, K_R)$$

A partir de esta ecuación es fácil obtener que la elasticidad del empleo con respecto al capital tecnológico viene dada por la expresión:

$$-\varepsilon + (\lambda + \eta\varepsilon)$$

donde ε es el valor absoluto de la elasticidad del *output* con respecto a K (determinado en la función de producción e implicado

CUADRO 1
CAPITAL TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN Y EMPLEO
1991-1998

Más de 200 trabajadores	433								
Hacen I+D	397 (91,7%)								
Capital tecnológico [% de crecimiento (a)]	7,7	0,4	1,2	-0,1	3,5	0,5	2,1	3,0	2,1
Productividad del trabajo [% de crec. (a)]	6,5	3,9	2,5	11,1	9,9	5,6	6,6	6,2	6,6
Empleo [% de crecimiento (a)]	-4,9	-7,1	-9,3	-0,9	1,9	-1,9	1,4	1,8	-2,5
Frec. de innov. de proceso [% de años (b)]									53,9
Frec. de innov. de producto [% de años (b)]									40,9
Hasta 200 trabajadores	853								
Hacen I+D	349 (40,9%)								
Capital tecnológico [% de crecimiento (a)]	3,6	6,5	-0,0	2,1	1,3	0,9	3,8	5,4	2,7
Productividad del trabajo [% de crec. (a)]	7,7	0,1	-1,7	7,8	9,0	2,7	5,5	4,3	4,4
Empleo [% de crecimiento (a)]	0,9	-2,0	-4,8	1,6	2,3	1,0	2,6	3,3	0,6
Frec. de innov. de proceso [% de años (b)]									38,2
Frec. de innov. de producto [% de años (b)]									33,5
No hacen I+D	504 (59,1%)								
Productividad del trabajo [% de crec. (a)]	3,3	3,7	-0,7	3,7	5,6	0,2	1,5	4,7	2,6
Empleo [% de crecimiento (a)]	-1,9	-2,9	-6,9	-1,1	1,3	0,2	2,3	2,0	-0,9
Frec. de innov. de proceso [% de años (b)]									16,9
Frec. de innov. de producto [% de años (b)]									13,0
TOTAL	1.286								

(a) Media de las tasas individuales. (b) Media de los porcentajes individuales.

FUENTE: Elaboración propia.

114

un conjunto de datos básicos (actividad, edad, participación en fusiones y adquisiciones, etc.). El detalle sobre la definición y construcción de las variables se puede encontrar en García, Jaumandreu y Rodríguez (2002). Merece la pena comentar brevemente la construcción del capital tecnológico, variable que desempeña un papel clave en el ejercicio.

El capital tecnológico se obtiene, como es usual, agregando recursivamente todos los gastos en I+D realizados por las empresas (intramuros + contratos + licencias). Asimismo, para la construcción del capital tecnológico se supone una tasa de depreciación del *stock* previamente acumulado del 15% (véanse, por ejemplo, Griliches, 1979 y, para una aplicación reciente, Hall y Mairesse, 1995). Cuando la empresa entra en la muestra, y durante los años siguientes realiza algún gasto en I+D, su capital tecnológico es estimado utilizando la edad de la empresa como información

relevante. Cuando la empresa no realiza gastos en I+D, su capital tecnológico es normalizado a cero.

El centro del ejercicio lo constituye la valoración del impacto de las innovaciones de proceso y de producto. Cuando la empresa informa de la introducción de una innovación de proceso o de producto, los desplazamientos respectivos de la función de producción o de la demanda se suponen proporcionales al capital tecnológico acumulado desde la última innovación incorporada. Para introducir estas variaciones en las ecuaciones, basta con sustituir el capital tecnológico estándar por una de las dos versiones llamadas «operativas», en las que el capital tecnológico sólo acumula efectivamente las inversiones pasadas en el momento preciso en que se introduce la innovación relevante.

El cuadro 1 recoge los datos básicos para la muestra, separada en dos partes: empresas con más y menos de 200 tra-

bajadores. Entre las grandes empresas existe un 92% que realizan gastos en I+D (capital tecnológico positivo), que son las que se incluyen en los estadísticos. Pero, entre las pequeñas, sólo un 41% realizan I+D, por lo que se proporcionan separadamente cifras para las que efectúan estos gastos y para las que no. La introducción de innovaciones está estrechamente relacionada con el capital tecnológico, y la frecuencia de las mismas es claramente superior en las empresas de mayor tamaño. Las empresas que realizan gastos en I+D muestran una probabilidad de introducir innovaciones un año dado que oscila entre un tercio y un medio.

Los datos, por otra parte, cubren un ciclo industrial completo, puesto que las manufacturas experimentaron una recesión hacia el año 1993 y, a continuación, una recuperación que sólo presentó un ligero frenazo en 1996. Las cifras anuales ponen de manifiesto esta senda.

observación con la importancia creciente del *outsourcing* productivo.

La función de demanda de producto estimada constituye una interesante aportación a este tipo de trabajos microeconómicos. Su estimación es posible porque la ESEE incluye una información altamente inusual referida a los cambios en los precios. Los impactos del precio del producto y de las innovaciones aplicadas al mismo se estiman con precisión y valores razonables.

Los efectos obtenidos para los precios y el capital tecnológico de los competidores son también muy sensatos, aunque, debido a la técnica indirecta empleada para aproximarlos, estos efectos son captados de manera más imprecisa. En el primer caso se utilizan los cambios en los precios de los *inputs* (presumiblemente comunes a todas las empresas del mercado), así como información cualitativa sobre los cambios de precios de los competidores, según la técnica de la «demanda residual». En el segundo, se utiliza información cualitativa disponible sobre la evolución de las cuotas de mercado de los competidores.

Las estimaciones que relacionan salarios y precios con el capital tecnológico se especifican según pautas muy generales (una ecuación típica de resultados de la negociación salarial o modelo de *insiders-outsiders* en el primer caso, y una ecuación de márgenes en el segundo). En ambas se obtienen estimaciones razonables que muestran un impacto positivo del capital tecnológico, atribuible al comportamiento de trabajadores y empresas ante la consecución de innovaciones.

El cuadro 4 combina las diferentes elasticidades estimadas para producir una valoración global del impacto de la innovación sobre los requerimientos de trabajo por parte de las empresas. Se distingue entre efectos de corto y de largo plazo. Los primeros se obtienen suponiendo que los competidores no reaccionan a la introducción por parte de la empresa de las innovaciones de producto y de proceso.

En el cálculo de los segundos, se utilizan los efectos estimados para las acciones de los competidores, suponiendo que éstos

CUADRO 3
PRINCIPALES ELASTICIDADES ESTIMADAS (*)

Empleo y coste marginal con respecto al capital tecnológico	ϵ	-0,35	(0,17)
Output con respecto al trabajo	α	0,35	(0,08)
Ventas con respecto al capital tecnológico	λ	1,89	(0,84)
Ventas con respecto al capital de los competidores	λ_R	-0,47	(0,33)
Ventas con respecto al precio	η	-2,41	(0,55)
Ventas con respecto al precio de los competidores	η_R	0,87	(0,51)
Salarios con respecto al capital tecnológico	γ	0,19	(0,19)
Margen con respecto al capital tecnológico	θ	0,32	(0,13)

(*)Algunas elasticidades se obtienen directamente, otras se calculan combinando coeficientes de las ecuaciones. Los errores estándar robustos de las elasticidades no directas están calculados utilizando aproximaciones lineales a las fórmulas correspondientes.

FUENTE: Elaboración propia.

igualan las innovaciones y el comportamiento de la empresa en consideración. Ambos tipos de efectos son, además, descompuestos en «potenciales» y «corregidos». Estos últimos introducen la influencia estimada del comportamiento de los agentes. Por supuesto, las distintas estimaciones tienen asociados diferentes niveles de precisión estadística, como se observa en el cuadro 3. Sin embargo, no por ello dejan de proporcionar resultados muy plausibles acerca de cómo la innovación influye en el empleo.

Los resultados más importantes son los siguientes. El efecto desplazamiento de las innovaciones de proceso es claramente sobrepasado (en realidad, más que doblado) por el efecto potencial sobre el empleo de una reducción del precio basada en la caída del coste medio debida a la innovación. Además, las innovaciones de producto poseen un efecto directo sobre el empleo que dobla al propio efecto compensación proveniente de las innovaciones de proceso (por unidad de gasto innovador). El efecto desplazamiento no resulta significativamente incrementado por la sustitución, y es el comportamiento en precios el que aparece como la principal razón de debilitamiento de los efectos compensación.

Los efectos compensación de largo plazo son, por supuesto, menores. Sugieren, sin embargo, la persistencia de ciertos efectos potenciales positivos débiles

de las innovaciones de proceso, y efectos de las innovaciones de producto relativamente altos. En conjunto, la elasticidad real del empleo con respecto al capital tecnológico parece no estar alejada de la unidad, pero también es importante tener presente que el comportamiento en salarios y precios puede anular completamente los efectos positivos que provengan exclusivamente de las innovaciones de proceso.

Precisamente, con relación a este último punto es importante tener en cuenta que las ganancias de productividad procedentes de la innovación activa son sólo una parte de las ganancias totales. Si las ganancias con origen más pasivo estuvieran sujetas a efectos compensación y correcciones similares a los estimados para las innovaciones de proceso, ello explicaría parte del comportamiento más negativo que se observa para el empleo en buena parte de las empresas, en particular las de mayor tamaño. El *outsourcing* de actividades productivas podría explicar otra parte.

●●●●●●●●●●
CONCLUSIONES

En el ámbito de la empresa, la innovación desplaza empleo, pero también crea las condiciones para compensar con creces este desplazamiento. Las innovacio-

nes de proceso reducen significativamente los costes marginales, y esta reducción puede ser trasladada a precios para expandir la demanda con un efecto sobre el empleo que dobla al primero. Además, las innovaciones de producto que la mayoría de empresas llevan a cabo al mismo tiempo que las de proceso (aunque con una frecuencia ligeramente inferior) doblan a su vez el efecto expansivo por unidad de gasto innovador. Los efectos potenciales netos de las innovaciones de proceso se reducen, sin embargo, significativamente en el largo plazo, cuando los competidores emulan las innovaciones puestas en práctica. Por el contrario, efectos netos positivos de cierta magnitud tienden a persistir en el caso de las innovaciones de producto.

Pero el papel de los mecanismos compensadores puede ser dificultado, y en algunos casos incluso completamente bloqueado, por el comportamiento de los agentes que actúan en la empresa. En la muestra y período utilizados, el comportamiento en precios de las empresas, aprovechando los efectos de poder de mercado generados por las innovaciones, debilita los efectos expansivos de la innovación sobre el empleo. Por su parte, los salarios parecen tener un menor impacto debilitador, al quedar inhibidos por el ejercicio de poder de mercado de las empresas. En cualquier caso, los efectos netos medios sobre el empleo estimados son positivos, incluso en el largo plazo, y con una elasticidad con respecto al capital tecnológico no alejada de la unidad.

La innovación es sólo una de las fuentes de crecimiento de la productividad a escala de empresa. Otras fuentes son las mejoras no innovadoras (cambio técnico incorporado, aprendizaje, *spillovers*...), la sustitución por capital y el *outsourcing* de actividades productivas. Los datos de las manufacturas españolas muestran que estas fuentes son al menos tan importantes como la innovación en la determinación del crecimiento de la productividad. Las mejoras de productividad no ligadas a la innovación se asemejan a las innovaciones de proceso en que sólo pueden ser compensadas a través de las reducciones en los precios. Si el comportamiento de precios y salarios dificulta la actuación de los efectos compensación, el impacto

CUADRO 4
LOS EFECTOS DE LA INNOVACIÓN SOBRE EL EMPLEO
VARIACIONES PORCENTUALES CORRESPONDIENTES A UN 1% DE INCREMENTO DEL CAPITAL TECNOLÓGICO

Efecto desplazamiento	$-\epsilon$	-0,35	-0,35
más efecto sustitución (efecto salarios)	$-(1-\alpha)\gamma$	-0,12	-0,12
Efecto desplazamiento corregido		-0,47	-0,47
Innovación de proceso (decrecimiento del precio)	$\eta\epsilon$	0,84	0,54
Innovación de producto	λ	1,89	1,42
Efecto compensación (demanda)		2,73	1,96
menos incremento coste (efecto salarios)	$-\eta\alpha\gamma$	-0,16	-0,10
menos incremento precio (efecto margen)	$-\eta\theta$	-0,77	-0,49
Efecto compensación corregido		1,80	1,37
Efecto total (desplazamiento + compensación)		2,38	1,61
		1,33	0,90

(*) Los efectos a largo plazo utilizan efecto capital y precios netos de los atribuidos a los competidores.
FUENTE: Elaboración propia.

de este tipo de ganancias sobre el empleo puede ser especialmente negativo. Este fenómeno, más el *outsourcing* de actividades productivas, explica la compatibilidad de los hallazgos acerca del impacto positivo de las innovaciones sobre el empleo, con los comportamientos globalmente negativos del empleo en determinados grupos de empresas.

La investigación aquí resumida intenta una primera aproximación estructural, a escala de empresa, a un tema candente, y sobre el que no se contaba con evidencias empíricas. Los resultados conseguidos señalan que se trata de una línea de investigación fructífera, sobre la que merece la pena profundizar. Uno de los próximos pasos debe ser inscribir el modelo de la empresa innovadora en un modelo más amplio de mercado, que sugiera la forma de valorar empíricamente los efectos desplazamiento y compensación que operan a este nivel, proporcionando una idea global del impacto de la innovación y su interrelación con la competencia.

(*) El trabajo de referencia forma parte del proyecto de investigación «Innovation and Employment in European Firms: Microeconomic Evidence», financiado por la Comisión Europea bajo el contrato HPSE-CT-2001-00047, y

también ha recibido financiación del proyecto CICYT SEC2000-0268. Los autores quieren expresar, de nuevo, los agradecimientos que figuran en el texto original.

NOTAS

(1) La Encuesta sobre Estrategias Empresariales, se realiza con una frecuencia anual por el antiguo Ministerio de Industria y Energía (ahora de Ciencia y Tecnología). Recoge información de panel sobre las manufacturas españolas que se inicia con los datos de 1990. Detalles del diseño y balance de la ESEE, así como una serie de consideraciones metodológicas acerca de su empleo en trabajos descriptivos y econométricos pueden encontrarse en Fariñas y Jaumandreu (1999).

BIBLIOGRAFÍA

FARIÑAS, J. C. y JAUMANDREU, J. (1999): «Diez años de Encuesta sobre Estrategias Empresariales», *Economía Industrial* 329, pp. 29-42.
GARCÍA, A., JAUMANDREU, J. y RODRÍGUEZ, C. (2002): «Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms», mimeo, Universidad Carlos III de Madrid, accesible en <http://www.eco.uc3m.es/IEFF>.

- GRILICHES, Z. (1979): «Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth», *Bell Journal of Economics* 10, pp. 92-116.
- HALL, B. H. y MAIRESSE, J. (1995): «Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms», *Journal of Econometrics* 65, pp. 263-293.
- HAMERMESH, D. S. (1993): *Labor demand*, Princeton University Press.
- JAUMANDREU, J. (1999): «El análisis microeconómico del impacto del cambio tecnológico sobre el empleo», *Ekonomi Gerizan* 5, pp. 135-150.
- KATSOLAUCOS, Y. (1984): «Product innovation and employment», *European Economic Review* 26, pp. 83-108.
- NICKELL, S. y KONG, P. (1989a): *Technical progress and jobs*, Discussion Paper nº 366, Centre for Labour Economics, Oxford.
- NICKELL, S. y KONG, P. (1989b): *Demand and employment*, Discussion Paper nº 367, Centre for Labour Economics, Oxford.
- SMOLNY, W. (1998): «Innovations, prices and employment: A theoretical model and an empirical application for West German manufacturing firms», *Journal of Industrial Economics* 46, pp. 359-381.
- STONEMAN, P. (1983): *The economic analysis of technological change*, Oxford University Press.
- VAN REENEN, J. (1997): «Employment and technological innovation: evidence from UK manufacturing firms», *Journal of Labour Economics* 2, pp. 255-284.