

EFFECTOS DE LA INNOVACIÓN SOBRE EL EMPLEO. EL CASO DE MÉXICO Y ESPAÑA

JOOST HEIJS

Universidad Complutense de Madrid, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, España
E-mail: joost@ccee.ucm.es

DELIA MARGARITA VERGARA REYES

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México
E-mail: verdel@unam.mx

Resumen

Este trabajo pretende analizar de forma empírica la relación entre la innovación y el empleo a nivel de empresa para el caso de España y México con microdatos obtenidos en encuestas. En el caso de España se usan datos provenientes de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales para el periodo 2000-2010. Se sigue la metodología seguida por Lachenmaier y Rottmann (2006) que estiman una regresión donde la variable dependiente es la tasa de variación del empleo y las variables independientes reflejan ampliamente las características estructurales de las empresas, mercados, estrategias y -por supuesto- su esfuerzo y comportamiento innovador.

En el caso de México se utiliza la Encuesta Nacional de Innovación 2001. El análisis es, por un lado, más limitado porque solo hay datos para un año y la encuesta ofrece pocos datos estructurales de la empresa. Esta limitación se ve compensada por el mayor detalle que ofrece sobre la actividad en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) encontrada por tipos de resultados innovadores, objetivos de la I+D, obstáculos y fuentes para el proceso innovador. El resultado de ambos estudios (España y México) reflejan un impacto claro y positivo de la I+D sobre el crecimiento del empleo en las empresas.

Palabras clave: empleo, innovación, panel de datos, demanda de empleo.

INTRODUCCIÓN

Se considera que la innovación constituye uno de los factores clave para potenciar el crecimiento de un país¹, además de ser muy tenida en cuenta en el diseño de políticas micro y de estímulo de empleo por parte de los gobernantes. Sin embargo, los efectos de la innovación a nivel de empresa se han venido estudiando recientemente, lo que dota a la temática en cuestión de una gran relevancia. Este trabajo pretende analizar de forma empírica la relación entre la innovación y el empleo a nivel de empresa para el caso de España y México basados en microdatos obtenidos en encuestas. Siguiendo con los dictámenes de la literatura relativa a este tema, se utiliza la distinción entre innovaciones de proceso y de producto², cuyas consecuencias sobre el empleo se presume resultan diferentes. En el caso de España se usa un panel de datos comprendido entre los años 1998 y 2010 el cual se ha nutrido de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE)³. Concretamente, se va a seguir el modelo presentado por Lachenmaier y Rottmann (2006),

¹ Véase, por ejemplo, Solow (1956) y, más recientemente, Pérez (2002).

² *Innovación de Producto*, introducción de bienes o servicios completamente nuevos o con modificaciones tan importantes que los hacen diferentes de los que se venía produciendo con anterioridad. Incluye la mejora significativa de las especificaciones técnicas de los componentes y materiales, del software incorporado, de la facilidad de uso u otras características funcionales; *Innovación de Proceso*: Introducción de alguna modificación importante en el proceso de producción y/o distribución. Esto incluye cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos. Manual de Oslo (OECD, 2005):

³ De ahora en adelante, ESEE. Detalles sobre el diseño, el balance o consideraciones metodológicas de la encuesta pueden encontrarse en la página web de la Fundación de la Sociedad Estatal y Participaciones Industriales (SEPI): <http://www.fundacionsepi.es/esee/sp/spresentacion.asp>.

quienes plantean una función de demanda de trabajo a nivel de empresa utilizando variables referidas a las innovaciones de producto y de proceso como variables *proxy*. De este modo, el análisis realizado, tiene relevancia debido a que se evalúan años muy cercanos al momento actual, con resultados importantes, entre ellos, a las innovaciones de proceso como factor que influye en la tasa de crecimiento del empleo a nivel de empresa. En el caso de México –donde se usa la Encuesta Nacional de Innovación (ENIN)- el análisis es, por un lado, más limitado debido a que la información es de un solo año con pocos datos estructurales. Por otro lado, esta encuesta ofrece muchos más detalles sobre el esfuerzo y comportamiento innovador de las empresas especialmente los objetivos, obstáculos y fuentes para el proceso innovador.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. En la sección 1, se ejemplifica brevemente el efecto de la innovación en el empleo; en la 2, se realiza una revisión de la literatura teórica y empírica y se exponen los resultados de distintos modelos econométricos. En la sección 3, se exponen los resultados de nuestro modelo aplicado en el caso de la industria española; en la subsección 3.1, se hace referencia a la metodología y el desarrollo del modelo; en la subsección 3.2, se hace una descripción de los datos de la industria española; y en el 3.3, se presentan los resultados específicos de España. La sección 4, corresponde al caso de México y por último, la exposición de las conclusiones se realiza en la sección 5.

1. LA RELACIÓN ENTRE INNOVACIÓN Y EMPLEO: UNA BREVE INTRODUCCIÓN

No cabe duda que en términos históricos la industrialización –siendo un proceso de innovación de proceso- ha generado en los países más avanzados un aumento importante de la productividad y por ende ha permitido un nivel de vida antes impensable. Pero el aumento de productividad conlleva de forma ineludible un efecto negativo sobre la cantidad de empleo en los sectores donde se aplican estas innovaciones de proceso. Respecto a la pérdida de empleo generado por la innovación la literatura detalla dos ejemplos muy interesantes y clarificadores, basados en estimaciones globales a largo plazo, que dejan muy clara la pérdida del empleo debido a la innovación. El primero de ellos es el aumento de la productividad -y pérdida de empleo- debido a la mecanización de la producción de algodón. En el siglo XVIII, antes de la revolución industrial, un hiladero manual indio necesitaba 50000 horas operativas para procesar una cierta cantidad de algodón. La primera máquina industrial “Crompton” disminuyó la demanda de empleo hasta 2000 horas, y las máquinas más eficientes al final del siglo XX lograron que una sola persona consiguiera producir lo mismo que 1250 empleados antes de la revolución industrial. Es decir, la mecanización o la industrialización -que al final no es otra cosa que la innovación de proceso- ha generado una pérdida de empleo enorme. Una tendencia parecida se detecta en el sector agrícola, la productividad ha sido catapultada tanto por el uso de maquinaria (industrialización o mecanización de la agricultura) como por los fertilizantes, las nuevas variedades de semillas, plantas y productos (innovación de producto y de proceso como la biotecnología), nuevos materiales (plásticos para invernaderos) y las nuevas formas de usar la tierra (innovación de organización). A pesar del hecho, de que la calidad de la tierra que se utiliza por lo general es cada vez peor, la innovación consigue aumentar la productividad y la producción, una tendencia denominada “Revolución Verde”. Según las estimaciones de la UNESCO (2005:2) en 1900, se requería alrededor de una hectárea de tierra y un año de trabajo para alimentar a dos personas y en 2005 la misma hectárea alimentaba a 20 personas con un día de trabajo. Es decir⁴, un trabajador que labora en una explotación agrícola moderna actual produce lo mismo que se obtenía hace 100 años con 3.000 trabajadores.

4 A base de un cálculo conservador suponiendo que un año de trabajo en el 1900 serían unos 300 días -librándose los domingos y algún día más

Se puede subrayar que la innovación y la correspondiente contracción de empleo ha permitido una reducción de la jornada laboral y por lo tanto ha sido un mecanismo de la creación de riqueza, tiempo libre y ocio. El aumento de la productividad ha permitido en la mayoría de los países disminuir las horas trabajadas, de tal manera, los trabajadores tienen mucho tiempo libre incluso durante el periodo laboral (fines de semana o por la tarde/noche); también, en los periodos vacacionales de varias semanas al año. Lo que conlleva la generación de un nuevo sector, “el ocio”, con la creación del empleo correspondiente.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA EMPÍRICA

El análisis empírico del efecto de la innovación sobre el empleo es todavía una actividad poco desarrollada y los resultados son muy distintos según el nivel de análisis (micro, sectorial o macro) ya que la creación de empleo detectado en un país o sector puede implicar la destrucción en otros países o sectores. Parte de los estudios analizan un solo producto o sector y no explican si la obtención de empleo se logró a costa de los competidores o a la sustitución de productos existentes, lo que impide saber el efecto neto sobre el empleo y sesgaría seriamente las conclusiones (Pianta, 2005:576). Cabe destacar que la mayoría de los estudios analizan países desarrollados de salarios altos y no analizan los cambios estructurales, ni tampoco recogen en sus conclusiones la deslocalización de la producción intensiva en empleo hacia países de salarios bajos. Por todo ello, los resultados de los estudios empíricos son pocos concluyentes. Ni a nivel teórico ni en los estudios empíricos existe un acuerdo mínimo sobre los posibles efectos finales (Vivarelli, 2007, 2012). Los estudios empíricos indican en general que la innovación en productos crea empleo mientras que la innovación en proceso destruye empleo (Tether, 2005; Vivarelli, 2007, 2012). Pero al mismo tiempo los estudios a nivel micro indican que ambos tipos de innovación –producto y proceso- crean por sí mismos empleo. Existe un acuerdo implícito, que el progreso tecnológico crea bienestar pero la destrucción del empleo se oculta detrás de la evolución de la población, la redistribución del empleo (reducción de la jornada laboral y trabajo a tiempo parcial) o de relocalización sectorial o geográfica.

Como se ha indicado, es posible analizar el efecto de la innovación en distintos niveles: micro (empresas), meso (sector) o en un ámbito geográfico o nivel macro (países, regiones o mundial). De hecho los resultados de los distintos niveles de análisis son complementarios. En este trabajo se realizan análisis a nivel micro utilizando datos a nivel empresarial de México y España. La ventaja de los análisis micro es que se dispone de muchos datos concretos de innovación y empleo en cada empresa con información muy concisa sobre el tipo o índole de la actividad innovadora. Además los datos permiten corregir por efectos sectoriales y por las variables estructurales de la empresa (como su tamaño, nivel de internacionalización, sector, situación financiera etc.). Pero como desventajas se puede destacar que no permite analizar los efectos sobre otros agentes, el sector o país en su conjunto (como las relaciones intersectoriales y la dinámica agregada). Los datos a nivel de empresa tampoco reflejan el “robo de mercado” (business stealing o crowding out) respecto a las empresas competidoras incluso de aquellas incluidas en la misma encuesta.

Centrándonos en el análisis micro-económico de los efectos de la innovación sobre el empleo, cabe destacar que dicho análisis se inició en la década de los 90 a partir de la creciente disponibilidad de datos micro. Chennels y Van Reenen (1999) ponen de manifiesto que las innovaciones de producto generan empleo tras el estímulo acontecido en la demanda del mercado del producto una vez que se ha introducido la innovación. En cuanto a las de proceso, la incidencia resulta menor a causa de la intensidad del efecto desplazamiento, el cual usualmente no consigue ser subsanado en su totalidad por el efecto compensación. Aunque otros autores que

usan datos a nivel de empresa demuestran que ambos tipos de innovaciones generan efectos positivos sobre el empleo⁵. Por una parte, las innovaciones de productos suelen ser beneficiosas a causa de su estímulo de la demanda en el mercado de bienes y servicios. Por otra, las innovaciones de proceso, aunque en primera instancia producen un efecto desplazamiento en la cantidad de trabajo, suelen conllevar un ulterior efecto compensación superior al primero.

Se pueden resaltar algunos estudios a nivel micro que nos han servido para desarrollar nuestro trabajo. Harrison et al. (2004) utilizan datos referentes al periodo 1998-2000 para estudiar los beneficios de las innovaciones sobre el empleo en empresas situadas en cuatro países europeos (Reino Unido, España, Francia y Alemania), las cuales operan en diversos ambientes económicos. Dicho estudio concluye con la afirmación de que el crecimiento del empleo en las empresas innovadoras es notablemente mayor que el registrado por empresas que no desarrollan actividades de innovación. Sin embargo, sí se detectan diferentes tasas de retorno para cada territorio, siendo la menor en el caso español y mayor para la economía alemana. Esto resulta acorde con lo que se ha expuesto en el apartado anterior, donde se explicaba que el grado de impacto de la innovación sobre el empleo obedece a factores exógenos al proceso productivo en sí mismo como la estructura de demanda o el entorno institucional. La misma encuesta (*Third Community Innovation Survey*), pero en este caso utilizando datos de industrias en España, fue explotada también por Jaumandreu (2003), quien también encuentra evidencia empírica que demuestra, en el caso de España, la existencia de efectos positivos de las innovaciones (tanto de producto como de proceso) sobre el empleo.

Continuando con los datos referidos al sector manufacturero español, se debe mencionar la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE), realizada anualmente por la Fundación de la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI). Alonso-Borrego y Collado (2001) usan la ESEE y con base en un modelo lineal de probabilidad (probit) muestra que la generación de empleo tiende a ser mayor en las empresas innovadoras que en las que no lo son. En concreto, encuentran evidencia empírica que demuestra una mayor influencia de las innovaciones de proceso en comparación a las de producto y que reafirma la importancia del esfuerzo tecnológico como herramienta relevante para crear empleo. Otro estudio que utiliza estos datos (García et al, 2004) calcula diferentes elasticidades que se ven afectadas por los efectos desplazamiento y compensación. Ellos hallan los coeficientes relativos a la demanda, la producción, el empleo, los salarios y los márgenes, los cuales están relacionados entre sí y con las variables de innovación⁶. Estos autores llegan a la conclusión que el capital tecnológico efectivo (destinado a innovaciones de proceso y/o producto) afecta positivamente a su nivel de empleo, aunque se debe tener en cuenta que el comportamiento de los salarios y precios puede anular completamente los efectos de las innovaciones (es decir, las características relativas a la capacidad de negociación de los agentes de la empresa y al comportamiento de los competidores en el mercado).

Además, se deben destacar otros estudios más recientes que forman parte de la evidencia empírica reconocida, aun cuando utiliza fuentes y metodología diversa. Por un lado, Bogliacino y Vivarelli (2010) desarrollan un modelo cuya principal característica es que compara los impactos de la innovación sobre el empleo en 15 países europeos mediante el análisis de datos sectoriales obtenidos de la OCDE. Al detectarse la existencia de efectos positivos, el trabajo anima a la aplicación de políticas a nivel comunitario. Por el otro, Hall et al. (2008) revelan la influencia de

⁵ Por ejemplo, Harrison et al. (2004) y Jaumandreu (2003).

⁶ En este estudio, se estima un stock de capital tecnológico operativo como variable que refleja la introducción de innovaciones.

las innovaciones de producto sobre las empresas italianas⁷, aunque su impacto sea menor comparado con el resto de países europeos. Por último, otro trabajo a tener presente es el de Lachenmaier y Rottmann (2006), el cual sirve de base para el presente estudio empírico. Dicho trabajo utiliza variables *proxy* referidas a la innovación para explicar el modo en que el empleo se ve influenciado por los cambios en el proceso de producción y en la calidad de los productos. Concretamente, usan datos de 7.014 empresas alemanas entre los años 1982 y 2003.

3. INNOVACIÓN Y EMPLEO: EL CASO DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA⁸

3.1 Metodología y desarrollo del modelo econométrico

El objetivo del presente trabajo, consiste en contrastar si los efectos teóricos de las innovaciones (tanto de producto como de proceso) se traducen en variaciones reales del empleo a escala de empresa. Para ello, se va a analizar si en el sector manufacturero español (entre los años 1998 y 2010) se ha dado una relación positiva entre la ejecución de actividades tecnológicas y el crecimiento del empleo. De este modo, se ha establecido una función de demanda de trabajo a nivel de empresa, la cual depende de un conjunto de variables considerado relevante en la literatura especializada⁹. En primer lugar, se asume que la ya mencionada demanda de trabajo adopta la siguiente función en niveles,

$$L = f(A, Q, X) \quad (1)$$

donde L representa la demanda de trabajo, A mide la tecnología usada en el proceso productivo, Q indica la calidad del producto y X representa un vector de diversas variables de control, las cuales se explicarán posteriormente. Aplicando diferencias logarítmicas a la ecuación (lo cual se denota con el operador de diferencias Δ y letras minúsculas) se llega a una función en tasas de crecimiento¹⁰. De este modo:

$$\Delta l = \beta_0 + \beta_1 \Delta a + \beta_2 \Delta q + \beta_3 \Delta x \quad (2)$$

Consecuentemente, para estimar la ecuación anterior se precisa una medida del progreso en la tecnología aplicada (Δa) y de la mejora de la calidad del producto (Δq). Estas medidas pueden encontrarse en nuestras variables de innovación, las cuales serán utilizadas como variables *proxy*. La implementación de una innovación de proceso puede interpretarse como un cambio en la tecnología de producción, mientras que la introducción de una innovación de producto puede ser interpretada como un cambio en la calidad del producto. En el análisis econométrico empírico, se va a utilizar $\Delta a = I^{PC}$ para el progreso anual en tecnología y $\Delta q = I^{PD}$ de forma análoga para la mejora anual en la calidad, donde I^{PC} e I^{PD} constituyen variables *dummy* que denotan la introducción de innovaciones de proceso y producto, respectivamente.

⁷ Encuentran que la competencia internacional fomenta la intensidad de I + D, especialmente para las empresas de alta tecnología. Además, el tamaño de la empresa, la intensidad de I + D y la inversión en equipo aumenta la probabilidad de obtener una innovación tanto de proceso como de producto, con un impacto positivo en la productividad de las firmas, especialmente la innovación de procesos, siendo que las empresas más grandes y de mayor edad parecen ser menos productivas.

⁸ Los resultados presentados son una adaptación y ampliación del modelo desarrollado por Marquès en el Trabajo Final de Master del 2013, bajo la dirección de Joost Heijs y Covadonga de la Iglesia.

⁹ Lachenmaier y Rottmann (2006) y Zimmermann (2008).

¹⁰ Este procedimiento ayuda a resolver el problema de la posible existencia de heterogeneidad no observada ante unos datos a nivel de empresa en forma de panel. De lo contrario, se podría generar una relación espuria a causa de los factores que permanecen relativamente estables a lo largo del tiempo, como, por ejemplo, la calidad.

Como el problema de la existencia de efectos individuales a nivel de empresa ya ha sido resuelto mediante la diferenciación¹¹, se puede estimar la ecuación mediante una regresión agrupada por mínimos cuadrados ordinarios¹². La ecuación (3) constituye una versión estática de la función de demanda de trabajo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que puede darse cierta dinámica en los procesos de ajuste. Además, se espera que las consecuencias de la innovación sobre el empleo no se produzcan de forma instantánea y, una vez que se generen, dichos efectos perduren durante más de un periodo¹³. Por eso, el procedimiento a utilizar consiste en el cálculo de medias para periodos de tiempo superiores al año, con el fin de detectar la influencia a largo plazo y suavizar la inferencia acontecida año tras año. En nuestro caso, al tener una base de 13 años (1998-2010), se han establecido tres periodos: 1998-2001, 2002-2007, 2008-2010¹⁴. Estableciendo los límites en 2001-2002 y 2007-2008 se han intentado corregir los posibles problemas de cambio de tendencia y estructurales que surgían por la entrada en vigor del euro y el inicio de la crisis económica y financiera. De tal manera, dichos periodos constituyen las unidades de tiempo en la estimación del panel de datos. Se calculan tasas medias de crecimiento anuales (TMCA) para cada periodo (de 3, 4 y 6 años, respectivamente). La función 3 muestra el resultado de cómo queda la función (2) de trabajo una vez transformadas las variables en TMCA¹⁵:

$$\left(\frac{\Delta l_{t+\tau}}{\tau}\right) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{\Delta a_{t+\tau}}{\tau}\right) + \beta_2 \left(\frac{\Delta q_{t+\tau}}{\tau}\right) + \beta_3 \left(\frac{\Delta x_{t+\tau}}{\tau}\right) + \left(\frac{\Delta u_{t+\tau}}{\tau}\right) \quad (3)$$

Donde $t = 1998 + j(\tau+1)$, $j = 0, 1, 2, \dots$

De este modo, $\Delta l_{t+\tau}/\tau = (l_{t+\tau} - l_t)/\tau$ representa la TMCA del empleo de una determinada empresa en un cierto periodo, y así con el resto de variables. u_t constituye el término de error i.i.d.¹⁶

Tal y como se ha comentado anteriormente, se utilizan variables *proxy* relativas a la tasa media de crecimiento anual $(z_{t+\tau} - z_t)/\tau$ y $(q_{t+\tau} - q_t)/\tau$, que consisten en el número medio de años por periodo en los que la empresa responde de forma positiva cuando se le pregunta en la ESEE si ha introducido alguna innovación de proceso o producto, respectivamente. De este modo, para una empresa que haya contestado “sí” durante todos los años de un periodo al ser preguntada si introducía innovaciones (producto o proceso), el valor de la variable correspondiente será igual a la unidad. Dicho valor será igual a cero en caso de que haya contestado “no” durante todos los ejercicios del periodo. Consecuentemente, el valor de la variable oscilará entre cero y uno.

Paralelamente, se han incluido un conjunto de variables x . Estas son: la tasa media de crecimiento anual por periodo del salario real por hora y del valor añadido generado en el proceso de producción de la empresa. Además, se introducen en la función una variable *dummy* que hace referencia al tamaño de la entidad con el fin de controlar las posibles diferencias en las tasas de crecimiento del empleo entre PYMES y grandes empresas. En concreto, se ha creado una

¹¹ De todas formas, el resultado del test de Breusch-Pagan (conocido también con el nombre de prueba de los multiplicadores de Lagrange), ha indicado la idoneidad de la regresión por mínimos cuadrados ordinarios. Los resultados de dicha prueba se presentan en la tabla A1 del anexo.

¹² Montero (2011).

¹³ Nickell (1997 y 2003) y Blanchard y Wolfers (2000).

¹⁴ La fijación de dichos periodos se ha visto reforzada después de efectuar estimaciones con diferentes combinaciones, las cuales resultaban peores que la finalmente seleccionada.

¹⁵ Se suprime el subíndice i referido a la empresa.

¹⁶ Si los términos de error u_t son independientes y están idénticamente distribuidos, entonces los residuos $(u_{t+\tau} - u_t)/\tau$ para los diferentes periodos no están correlacionados, ya que dichos periodos no tienen años en común.

variable dicotómica que adopta el valor uno cuando la empresa tiene más de 200 trabajadores¹⁷. Otras variables de control incluidas en la regresión han sido las siguientes: tres variables ficticias en función del periodo en el cual se ubique la observación (1998-2001, 2002-2007 o 2008-2010), veinte variables *dummy* relativas al sector manufacturero al que pertenece la empresa¹⁸ y 17 variables dicotómicas relativas a la comunidad autónoma en la cual está establecida la entidad. Hasta aquí llega la especificación propuesta por Lachenmaier y Rottman (2006). Sin embargo, ante la disponibilidad de información adicional extraída de la ESEE, se ha decidido incorporar variables de control complementarias con el objetivo de conseguir una notable mejora del modelo en términos de bondad. En primer lugar, se ha añadido una variable ficticia en función de si se realizan actividades exportadoras; seguidamente, se ha introducido una *dummy* relativa a la participación de capital extranjero en la empresa; por último, se han utilizado dos variables dicotómicas referentes a las características del mercado¹⁹. A continuación se explica cómo se ha procedido a la incorporación de dichas variables. En relación a las dos primeras, éstas se han basado en preguntas del cuestionario de la ESEE: si realizan actividades exportadoras y si existe participación extranjera en la composición de su capital de la empresa. Estos datos han sido tratados igual que las variables de innovación, es decir, se ha hallado el número medio de años por periodo en los que la empresa responde de forma positiva a las cuestiones recientemente indicadas. En consecuencia, su valor estará comprendido también entre cero y uno. Referente a las dos restantes, se han utilizado dos índices aportados por la ESEE: por un lado, el índice de dinamismo de los mercados servidos por la empresa; por el otro, el índice de evolución de las cuotas de mercado correspondientes a todos los mercados en los que sirve la empresa. Mediante dichos índices se han obtenido tres variables dicotómicas en función de si su valor era mayor, menor o igual que cincuenta, ya que un valor del índice mayor que cincuenta denotaría expansión o crecimiento (en los mercados o en las cuotas, respectivamente); un valor menor a cincuenta indicaría contracción o decrecimiento y un valor igual a cincuenta reflejaría estabilidad. Una vez creadas las tres variables *dummy* para cada índice, se ha operado igual que con las variables de innovación y de capital extranjero, es decir, hallamos el número medio de veces que la empresa se enfrenta a un mercado (cuota) estable, creciente o decreciente. Ese tratamiento de las variables (tanto las de innovación como las de control) permite detectar las diferencias en la evolución del empleo entre empresas que presentan diversas circunstancias: innovan o no, exportan o no, están en un mercado creciente o no, etc. La introducción de dichas variables complementa la información aportada por las variables categóricas referidas al sector en el que opera la empresa. Paralelamente se ha evaluado la posible existencia de endogeneidad, la cual puede ser producida por las variables de innovación si se encuentran correlacionadas con el término de error de la

¹⁷ En este punto se ha optado por no seguir la estrategia propuesta por Lachenmaier y Rottmann (2006), quienes, en lugar de introducir una *dummy* relativa al tamaño de la empresa, introducen el logaritmo neperiano del empleo total en la empresa a principio de cada periodo. Después de calcular dicha variable para nuestro estudio y realizar estimaciones de prueba en forma de panel, se ha detectado que era la causante única de una alta correlación entre los regresores y el término de error, lo cual condicionaba seriamente los resultados de las diversas pruebas de especificación.

¹⁸ En la tabla A2 del anexo se enumeran los 20 sectores en que la ESEE distingue.

¹⁹ Se ha especificado la situación del mercado (creciente, decreciente o estable) y la evolución de la cuota de la empresa en los diferentes mercados en los que opera (creciente, decreciente o estable).

función de demanda de trabajo. En consecuencia, se han desarrollado las correspondientes pruebas que han permitido validar el uso de las variables anteriormente descritas²⁰.

3.2 Descripción de los datos de la industria española

A partir de la ESEE se ha obtenido 3712 observaciones²¹. La ESEE, es realizada por la Fundación SEPI de forma anual desde 1990 a empresas manufactureras radicadas en España²²; desde su inicio, se ha encuestado una media anual de 1800 entidades, lo que ha dado lugar a una valiosa información; la cual, ha permitido llevar a cabo una amplia gama de estudios basados en el análisis de datos en forma de panel, sin perjuicio de que también se hayan desarrollado numerosas investigaciones microeconómicas de corte transversal y caracterizaciones de la evolución temporal de la industria manufacturera española. Aporta información acerca de los diversos instrumentos al alcance de las empresas que condicionan sus decisiones y, por ende, sus estrategias. De este modo, la encuesta ofrece una gran variedad de datos, los cuales se estructuran en: (1) actividad, productos y procesos de fabricación, (2) clientes y proveedores, (3) Costes y precios, (4) mercados, (5) actividades tecnológicas, (6) comercio exterior, (7) empleo y (8) datos contables. Los últimos datos utilizados en el presente estudio hacen referencia al año 2010.

3.3 Resultados del modelo empírico: el caso de España

Como se ha indicado *ut supra*, se ha procedido a establecer dos especificaciones distintas: la primera es la seguida por Lachenmaier y Rottman (2006), mientras que la segunda incorpora un conjunto más amplio de variables de control. La tabla 1 muestra los resultados obtenidos mediante la estimación del modelo por mínimos cuadrados ordinarios definido por Lachenmaier y Rottman (2006)²³. Las variables de control adoptan los signos esperados. El crecimiento de los salarios presenta un efecto negativo sobre el empleo. El coeficiente puede ser interpretado como la elasticidad respecto al salario. Según el modelo, un aumento de un uno por ciento en la tasa de variación del salario provoca que la tasa de crecimiento del empleo en la empresa sea un 0,44% menor. El valor de dicho coeficiente indica que la variación de salario tiene un gran peso sobre la variación del empleo, puesto que es el parámetro con un mayor valor absoluto.

Contrariamente, la evolución positiva del valor añadido de la entidad tiene efectos positivos sobre su empleo. En concreto, un incremento de un uno por ciento en la tasa de crecimiento del valor añadido da lugar a un aumento de un 0,19% en la tasa de variación del empleo. En cuanto a las variables relativas al tamaño de la empresa, la estimación nos dice que ésta última resulta determinante sobre el empleo: Indicando que cuanto menor es el tamaño de la empresa mayor el aumento de empleo en porcentaje.

Pasemos ahora a analizar las variables más importantes: las referidas a la innovación, cuyo signo ha sido positivo para las dos tipologías. Tal y como se ha especificado, las variables toman el valor cero si la empresa no ha introducido ninguna innovación a lo largo de un determinado periodo, mientras que adopta el valor uno si ha innovado durante todos los años. De este modo, el valor de los coeficientes debe ser interpretado como el diferencial en términos de crecimiento de

²⁰ Se ha utilizado información de la base de datos para introducir variables instrumentales y llevar a cabo el test de Durbin-Wu-Hausman, cuyo *p-value* no permitía rechazar la hipótesis nula de exogeneidad. El resultado de dicho test se expone en la tabla A1 del anexo.

²¹ 1157 del periodo 1998-2001, 985 relativas al periodo 2002-2007 y 1570 pertenecientes al último periodo.

²² <http://www.fundacionsepi.es/esee/sp/spresentacion.asp>

²³ Los errores estándar obtenidos han sido hallados tras relajar el requerimiento de independencia de las observaciones de una misma empresa en diferentes periodos de tiempo. Además, los coeficientes y errores estándar relativos a las variables ficticias ligadas al sector industrial y a la Comunidad Autónoma se han omitido para facilitar la lectura. Están a disposición de quien los solicite (joost@ccee.ucm.es).

empleo de las empresas que no han desarrollado ninguna innovación durante un cierto periodo respecto a las que sí lo han hecho. El valor del coeficiente referido a las innovaciones de proceso nos indica que dicho diferencial supone una tasa de variación del empleo un 2,3% mayor. Mientras que para las innovaciones de producto este porcentaje sería del 1,1%. En ambos casos los resultados son estadísticamente significativos.

Tabla 1: Modelo empírico del caso español
(Variable dependiente: tasa media de crecimiento anual del empleo)

	INNOVACIÓN DE PROCESO				INNOVACIÓN DE PRODUCTO			
	1. Básico	2a. Amplio	2b. Amplio	3. Amplio	1. Básico	2a. Amplio	2b. Amplio	3. Amplio
Sector	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.
Región	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.
Periodo (1998-2001;2002-2007; 2008-2010)	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.
Crecimiento salarios	-0.4429***	***	***	-0.4435***	-0.4458***	***	***	-0.4456***
Crecimiento valor añadido	0.1930***	***	***	0.1780***	0.1950***	***	***	0.1910***
Tamaño	-7.0e-06***	***	***	-7.3e-06***	-5.1e-06***	***	***	-0.4e-06
Innovación (proceso/producto)	0.0299***	***	***	0.0231***	0.0106***	**	*	0.0078 ^{NS}
Mercado creciente		***		0.0258***		***		0.0564***
Mercado estable		***		0.0232***		***		0.0456***
Cuota de mercado creciente		***		0.0438***		***		0.0512***
Cuota de mercado estable		***		0.0295***		***		0.0328***
Exportaciones			NS	0.0037 ^{NS}			**	0.0037 ^{NS}
Capital extranjero			NS	0.0043 ^{NS}			NS	0.0079*
Constante	0,0234***	***	*	-0.0352***	0.0295***	**	**	0,8570***
R ² ajustado	0,380	0,399	0,381	0,399	0,374	0,394	0,374	0,370
Observaciones	3732	3724	3720	3712	3732	3724	3720	3712

***Coeficiente significativo al 1%; **Coeficiente significativo al 5%; *Coeficiente significativo al 10%
Fuente: Datos de la ESEE. Elaboración propia. Resultados proceso de estimación econométrico.

A continuación se exponen los resultados obtenidos a partir de la segunda especificación. En este caso se incluyen variables relacionadas con el mercado donde operan las empresas y su nivel de internacionalización. Por un lado es de suponer que la dinámica del mercado explica en parte la evolución del empleo de la empresa. No cabe duda, el hecho de operar en un mercado creciente influye positivamente sobre el empleo. Las variables de control referidas al mercado donde opera la empresa reflejan por un lado el dinamismo (mercado creciente, estable decreciente) y el cambio en la cuota del mercado de la empresa (según su propia estimación) que también se valora como creciente, estable y decreciente. Por otro lado, el nivel de internacionalización está altamente relacionado con la necesidad de innovar en este mercado tan exigente en términos de calidad-precio. Las empresas que operan en este mercado tienen una alta presión para innovar

tanto en calidad y prestaciones (innovación de productos) y en costes (innovación de procesos). Las variables de control referidas a la internacionalización reflejan la evolución de las exportaciones y la presencia de capital extranjero.

Las variables de control que han sido utilizadas en ambas estimaciones presentan coeficientes muy parecidos entre un modelo y otro. El parámetro que acompaña a la variable dicotómica referida al tamaño de la empresa sufre una variación muy pequeña. En cuanto a las nuevas variables introducidas en el modelo –las características del mercado–, en su totalidad presentan coeficientes significativos. Se espera, que todos los coeficientes sean de signo positivo y las variables *dummy* relativas a mercados/cuotas crecientes presenten valores mayores que las ligadas a mercados/cuotas decrecientes. Debe destacarse que, pese a la introducción de un número importante de variables, la bondad de la estimación realizada mediante el R^2 ajustado no sufre un incremento muy claro.

Los resultados encontrados acuerdan con la teoría relativa al tema con las deducciones de otros estudios empíricos que analizan la misma problemática, puesto que también han detectado una influencia de las innovaciones de producto sobre el empleo²⁴. De hecho, los resultados hallados mediante el modelo empírico se aproximan a los de Alonso-Borrego y Collado (2001) en el hecho de que se detecta una mayor influencia de las innovaciones de proceso (en comparación con las de producto) sobre el empleo en las empresas manufactureras españolas. Por lo tanto, podría considerarse que las innovaciones de producto juegan un papel más reducido en el sector manufacturero de España a efectos de generación de empleo. Incluso teniendo en cuenta la internacionalización de las empresas el efecto de innovación de proceso es más importante que el de la innovación en producto. Esto podría sugerir que España compite, todavía en precios y eficiencia del sistema de producción, que en la calidad y prestaciones de sus productos.

Respecto al poder explicativo de los modelos se puede destacar que se muestran pocas diferencias respecto al R^2 ajustado. En el caso de la innovación de proceso este indicador aumenta ligeramente desde el 0,38 en el modelo básico, alcanzando el valor de 0,40 para el modelo amplio que introduce variables explicativas que se refieren a la dinámica de su mercado y el nivel de internacionalización de la empresa. En el caso de la innovación de producto este índice del poder explicativo está en el 0,37 en el modelo básico y disminuye ligeramente en el modelo 3 (amplio). Curiosamente su valor más alto es en el modelo 2a donde solo se incluye la dinámica del mercado y donde el R^2 alcanza el valor de 0,39.

4. EFECTO DE LA INNOVACIÓN SOBRE EL EMPLEO EN EMPRESAS MEXICANAS

En el caso de México se utiliza la Encuesta Nacional de Innovación, realizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) junto con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); a diferencia del caso español, el acceso a la información es casi imposible, debido al excesivo control gubernamental de los datos. En consecuencia, es difícil realizar un estudio con las características del que se hizo para España, ya que para este caso, solo se dispone de información del año 2001; sin embargo, las cosas no han cambiado tanto desde ese año y la actualidad, en tanto que la proporción del PIB designado al gasto en I+D ha variado de 0,37% en el 2000 a 0,43% en 2012 (OECD, 2013).

²⁴ Por ejemplo, García et al. (2004) y Hall et al. (2008).

Tabla 2: Modelo empírico del caso mexicano (Variable dependiente: tasa media de crecimiento anual del empleo en logaritmos)

Variables	Modelo 1 Variables estruc-turales		2.- Modelos con los resultados (output) obtenido en el proceso de I+D e innovación								3.- Modelos con el esfuerzo (input) en I+D e innovación						4.- Modelos según subconjuntos por intensidad en I+D de las empresas (GIDV = Gasto en I+D sobre ventas)						
	β es.	Sig.	2.a.- Result. diversos de I+D+i		2.b.1.- Result. como % de ventas		2.b.2.-Sust. nuevos prod. y mejorados		2.c.- Output (patentes)		3.a.- Solo esfuerzo en I+D+i		3.b.- Esfuerzo en I+D+i y “ventas innovadoras”		3.c.- Modelo completo en y output en I+D+i		4.1.- Sin GIDV (GIDV = “0”)		4.2.- GIDV bajo (entre 0 y 3%)		4.3.- GIDV alta (mayor al 3%)		
			β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	β es.	Sig.	
Variabes estructurales																							
Tam. (Log)	-0,08	0,00	-0,09	0,00	-0,09	0,00	-0,08	0,00	-0,09	0,00	-0,09	0,00	-0,10	0,00	-0,10	0,00	-0,11	0,00	-0,11	0,25	-0,20	0,07	
% cap. Extra.	0,05	0,08	0,05	0,10	0,04	0,11	0,05	0,09	0,04	0,09	0,05	0,09	0,04	0,10	0,04	0,10	0,06	0,08	-0,06	0,54	0,08	0,42	
Prob. Export	0,00	0,90	-0,01	0,86	0,00	0,92	0,00	0,99	0,00	0,93	0,01	0,87	0,00	0,95	0,00	0,97	0,00	0,96	-0,03	0,75	-0,07	0,50	
Int. export	-0,03	0,29	-0,03	0,40	-0,03	0,36	-0,03	0,33	-0,03	0,37	-0,03	0,30	-0,03	0,36	-0,03	0,36	-0,02	0,55	-0,06	0,49	-0,07	0,51	
Sector 0	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		Ref.		
Sector 1	0,17	0,73	0,18	0,72	0,18	0,72	0,18	0,72	0,18	0,71	0,19	0,70	0,20	0,69	0,20	0,69	0,23	0,65	SEM	SEM	SEM	SEM	
Sector 2	0,14	0,69	0,15	0,69	0,15	0,68	0,15	0,69	0,15	0,68	0,15	0,67	0,16	0,66	0,16	0,66	0,19	0,61	0,09	0,28	-0,11	0,27	
Sector 3	0,18	0,68	0,18	0,68	0,18	0,68	0,18	0,68	0,18	0,67	0,19	0,66	0,20	0,65	0,20	0,65	0,20	0,64	0,17	0,06	0,00	1,00	
Sector 4	0,11	0,69	0,10	0,70	0,10	0,70	0,11	0,69	0,11	0,69	0,11	0,67	0,11	0,68	0,11	0,68	0,09	0,71	0,14	0,09	0,08	0,48	
Sector 5	0,10	0,67	0,10	0,68	0,10	0,68	0,10	0,68	0,10	0,68	0,11	0,64	0,11	0,64	0,11	0,65	0,11	0,60	0,23	0,00	-0,21	0,04	
Resultados de la I+D+i																							
Núm. Inno.			0,00	0,92					0,00	0,88					0,00	0,91	-0,01	0,71	-0,11	0,16	0,10	0,26	
Ventas nue- vos prod.			0,05	0,08	0,05	0,03			0,05	0,03			0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,02	-0,18	0,81	-1,06	0,24	
Vent. prod. Mejorados ^A			0,03	0,19	0,04	0,11	0,05	0,07	0,04	0,11			0,04	0,13	0,04	0,12	0,04	0,17	-0,06	0,45	0,07	0,44	
ISO9000			0,00	0,96					0,00	0,99					0,00	0,96	0,00	0,92	-0,06	0,52	0,03	0,74	
Patent Solici.									0,04	0,30					0,04	0,31	0,12	0,25	0,49	0,23	0,07	0,47	
Patent Oorg									-0,03	0,51					-0,03	0,50	-0,09	0,40	-0,45	0,27	0,04	0,70	
Esfuerzo en I+D+i																							
GIDv											0,02	0,53	0,01	0,68	0,01	0,65	0,01	0,86	-0,01	0,90	-0,08	0,47	
Int. emp. I+D											-0,02	0,43	-0,03	0,36	-0,03	0,36	-0,06	0,08	-0,03	0,78	-0,03	0,82	
GID intramu.											0,01	0,79	0,01	0,82	0,00	0,89	0,00	0,95	-0,15	0,12	0,18	0,11	
Empleo I+D											0,04	0,23	0,03	0,34	0,03	0,33	0,07	0,04	0,12	0,25	0,10	0,35	
Depart. I+D													0,01	0,71	0,02	0,67					0,04	0,71	
R ²	0,01		0,016		0,150		0,012		0,015		0,011		0,016		0,016		0,018		0,114		0,134		
² Ajust.	0,004		0,007		0,008		0,006		0,006		0,003		0,004		0,003		0,002		0,020		0,011		

^A Las dos variables porcentaje de ventas de nuevos productos o ventas mejorados son intercambiables. Es decir sacando el primero (nuevos productos) del modelo entraría como estadísticamente significativo el segundo (productos mejorados) Este se han comprobado en los casos sombreado en azul. SEM En este subconjunto no hay empresas de este sector Pavitt Sector “0” Sector de minería y construcciones (referencia); Sector “1” Bienes de consumo tradicional; Sector “2” Proveedores de bienes intermedios tradicionales; Sector “3” Proveedores especializados en bienes intermedios y equipos; Sector “4” Intensivos en escala y de ensamblaje; Sector “5” Basados en la ciencia y los conocimientos. Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional de Innovación 2001, Conacyt-INEGI

La encuesta ofrece pocos datos estructurales o estratégicos de las empresas y sus mercados; pero esta limitación, se ve compensada por el mayor detalle que brinda sobre la actividad en I+D+i (tipo de resultados innovadores, objetivos de I+D, obstáculos y fuentes para el proceso innovador). Como observa en la Tabla 2 se ha estimado un conjunto de 5 clases de modelos donde se alterna la inclusión de distintos tipos de variables que reflejan el comportamiento innovador de la empresa. Además elaboramos estos modelos para según submuestras repitiendo las estimaciones según tipo de sector y por tres intervalos de gasto en I+D sobre ventas (GIDv²⁵)

1. Un modelo con variables estructurales que identifican las empresas según su tamaño, sector y nivel de internacionalización
2. Modelos con los resultados obtenido en el proceso de I+D e innovación (Output expresado en el porcentaje de las ventas de productos nuevos o mejorados, patentes, ISO9000, número de innovaciones)
3. Modelos con el esfuerzo en el proceso de I+D e innovación (Input en forma de Gasto en I+D, empleo en I+D, existencia de un departamento de I+D) y el modelo completo incluyendo todas las variables estructurales, de input y de output innovador.
4. Modelos según subconjuntos por sector (6 modelos) y por intervalos de intensidad en I+D de las empresas (3 intervalos por Gasto en I+D sobre ventas: GIDv)

Para la correcta interpretación de los resultados hay que tener en cuenta que la variable dependiente de los modelos no es “el aumento de empleo en número de empleados” sino la tasa de crecimiento del empleo en logaritmos. Por lo tanto, en las siguientes páginas cuando se hace referencia al aumento del empleo se trata de éste en términos relativos y no al empleo absoluto.

En el segundo grupo de modelos se introducen –de diversas formas- los resultados de la actividad innovadora: Número de innovaciones, porcentaje de ventas relacionadas con nuevos productos y/o productos mejorados, número de patentes solicitadas y/o otorgadas, obtención del certificado ISO9000. Alternando la inclusión o exclusión de estas variables en el modelo se puede resaltar que, el porcentaje de ventas de productos nuevos y mejorados es un determinante clave para originar el aumento de la tasa del empleo. La variable que refleja “los nuevos productos” es estadísticamente significativa en todos los modelos mientras que para la variable “productos mejorados” el nivel de confianza siempre está muy cerca de ser estadísticamente significativa. Ambas variables, están altamente correlacionadas y excluyendo los “nuevos productos” del modelo la variable “productos mejorados” vuelve a ser estadísticamente significativa.

Es decir, para explicar el aumento del empleo en términos relativos (tasa de crecimiento), ambas variables son sustituibles entre sí. Cabe destacar que el número de innovaciones, el número de patentes o los certificados de ISO-9000 no afectan al crecimiento de empleo. En el modelo se excluyen las ventas de productos nuevos y/o mejorados; es decir, estas últimas variables no son sustituibles con las patentes o número de innovaciones como factores explicativos del incremento del empleo.

²⁵ Para empresas sin gasto en I+D (GIDv = 0), para empresas con un GIDv mayor a 0 e igual o menor al 2% y para empresas con un GIDv mayor al 2%.

Tabla 3: Modelo empírico del caso mexicano por sectores

	Modelo 1		Modelo 2 output		Modelo 3 input y output		Modelo Final	
Pavitt 1	β estand	Sign	β estand	Sign	β est.	Sign	β est.	Sign
TAMA_log	-,039	,297	-,041	,275	-,066	,103	-,043	,278
% capital extranjero	,006	,879	-,005	,904	,014	,710	-,003	,944
Realiza exportaciones	-,020	,646	-,027	,543	-,009	,846	-,029	,523
Intensidad exportadora	-,031	,484	-,026	,553	-,037	,407	-,028	,539
Número de innovaciones			-,005	,896			-,007	,871
% Ventas de productos nuevos			,041	,296			,040	,322
% Ventas productos mejorados			,042	,269			,044	,258
Certificación ISO9000					-,024	,553	-,017	,668
Total de patentes solicitadas					,020	,613	,023	,568
Patentes otorgadas					,016	,683	,017	,660
Intensidad de gastos en I+D					,018	,626	,002	,964
Intensidad de personal en I+D					-,129	,004		
Gasto en I+D intramuros					-,020	,602	-,034	,402
Empleo en I+D					,051	,222	-,007	,861
Departamento de I+D							-,007	,897
Departamento de I+D aplicada					-,052	,205	-,007	,884
R Cuadrado	0,004		0,008		0,018		0,010	
R Cuadrado Ajust.	-0,001		-0,002		0,002		-0,011	
Pavitt 2	β estand	Sign	β estand	Sign	β est.	Sign	β est.	Sign
TAMA_log	,000	,997	-,005	,943	-,032	,703	-,034	,673
% capital extranjero	-,080	,231	-,078	,248	-,084	,217	-,081	,239
Realiza exportaciones	-,119	,124	-,121	,123	-,128	,113	-,128	,116
Intensidad exportadora	-,024	,753	-,022	,768	-,024	,757	-,024	,760
Número de innovaciones			,039	,557			,036	,592
% Ventas de productos nuevos			-,007	,908			-,003	,968
% Ventas productos mejorados			-,001	,983			-,019	,777
Certificación ISO9000					-,059	,426	-,057	,448
Total de patentes			,278	,311	,278	,311	,274	,320
Patentes otorgadas			-,202	,438	-,202	,438	-,196	,457
Intensidad de gastos en I+D					-,022	,765	-,023	,748
Intensidad de personal en I+D					-,002	,982		
Gasto en I+D intramuros					-,095	,380	-,093	,389
Empleo en I+D					,029	,814	,022	,841
Departamento de I+D							,000	,999
Departamento de I+D aplicada					-,022	,765	-,033	,701
R Cuadrado	0,028		0,030		0,041		0,042	
R Cuadrado Ajust.	0,012		0,001		-0,008		-0,020	

En el tercer grupo de modelos se incluyen variables que reflejan el esfuerzo (input) en I+D. Se puede observar que en ninguno de los modelos (incluso en aquellos que solo contienen variables del esfuerzo innovador excluyendo los del output) las variables que reflejan el esfuerzo en innovación están –de forma estadísticamente significativa- relacionadas con el aumento del empleo. Añadiendo a este modelo las variables del output se observa de nuevo que las ventas de nuevos productos influyen positivamente sobre la tasa de crecimiento del empleo y los del input

no son significantes. Para solucionar los posibles problemas de multicolinealidad entre las variables del modelo se han realizado estimaciones adicionales utilizando el método “step forward” con resultados muy parecidos²⁶.

Tabla 3 sigue	Modelo 1		Modelo 2 output		Modelo 3 input y output		Modelo Final	
Pavitt 3	β estand	Sign	β estand	Sign	β est.	Sign	β est.	Sign
TAMA_log	-,177	,002	-,195	,001	-,187	,003	-,196	,002
% capital extranjero	,172	,002	,187	,001	,178	,002	,188	,001
Realiza exportaciones	,062	,274	,058	,307	,057	,335	,058	,321
Intensidad exportadora	-,037	,533	-,036	,552	-,029	,634	-,033	,585
Número de innovaciones			-,030	,545			-,034	,517
% Ventas de productos nuevos			,084	,090			,087	,105
% Ventas productos mejorados			,053	,293			,057	,287
Certificación ISO9000					,015	,782	,013	,822
Total de patentes solicitadas					,122	,743	,028	,942
Patentes otorgadas					-,132	,721	-,033	,931
Intensidad de gastos en I+D					,009	,896	-,003	,959
Intensidad de personal en I+D					-,007	,935		
Gasto en I+D intramuros					,023	,744	,034	,622
Empleo en I+D					,040	,663	,038	,478
Departamento de I+D							,056	,422
Departamento de I+D aplicada					-,026	,641	-,025	,727
R Cuadrado	0,042		0,053		0,047		0,057	
R Cuadrado Ajust.	0,033		0,036		0,017		0,020	
Pavitt 4	β estand	Sign	β estand	Sign	β est.	Sign	β est.	Sign
TAMA_log	-,154	,129	-,208	,055	-,179	,148	-,194	,128
% capital extranjero	,051	,607	,031	,762	,085	,444	,077	,503
Realiza exportaciones	,219	,049	,222	,050	,245	,046	,266	,035
Intensidad exportadora	-,051	,643	-,034	,765	-,022	,858	,005	,971
Número de innovaciones			-,038	,686			-,047	,641
% Ventas de productos nuevos			,169	,096			,132	,263
% Ventas productos mejorados			-,006	,951			-,015	,885
Certificación ISO9000					,127	,324	,152	,261
Total de patentes solicitadas					-,065	,661	-,093	,540
Patentes otorgadas					-,015	,917	,051	,730
Intensidad de gastos en I+D					-,001	,994	,000	,997
Intensidad de personal en I+D					,144	,215		
Gasto en I+D intramuros					-,006	,960	-,030	,811
Empleo en I+D					,031	,789	,003	,981
Departamento de I+D							-,146	,261
Departamento de I+D aplicada					,007	,951	,051	,675
R Cuadrado	0,046		0,069		0,079		0,091	
R Cuadrado Ajust.	0,014		0,013		-0,021		-0,037	
Tabla 3 sigue	Modelo 1		Modelo 2 output		Modelo 3 input y output		Modelo Final	

²⁶ Este método introduce solo aquellas variables que sean significantes, introduciendo paso a paso las variables más significantes. Todos los modelos realizados de esta forma reflejan resultados muy parecidos a la de la tabla 2, tanto respecto a las betas y su significancia, como al ajuste de los modelos (R^2).

Pavitt 5	β estand	Sign	β estand	Sign	β est.	Sign	β est.	Sign
TAMA_log	-,043	,710	-,016	,893	-,070	,621	,022	,863
% capital extranjero	-,188	,121	-,233	,056	-,202	,125	-,276	,034
Realiza exportaciones	,033	,796	,008	,950	,063	,623	,021	,869
Intensidad exportadora	-,086	,443	-,074	,509	-,104	,384	-,113	,364
Número de innovaciones			,021	,842			-,021	,864
% Ventas de productos nuevos			,065	,543			-,019	,881
% Ventas productos mejorados			,232	,031			,303	,010
Certificación ISO9000					,084	,504	,048	,695
Total de patentes solicitadas					,357	,052	,343	,056
Patentes otorgadas					-,201	,258	-,158	,379
Intensidad de gastos en I+D					-,178	,236	-,251	,085
Intensidad de personal en I+D					-,126	,543		
Gasto en I+D intramuros					-,263	,258	-,256	,225
Empleo en I+D					,346	,258	,343	,140
Departamento de I+D							,180	,252
Departamento de I+D aplicada					-,052	,692	-,106	,510
R Cuadrado	0,054		0,114		0,143		0,212	
R Cuadrado Ajust.	0,012		0,043		0,018		0,062	

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional de Innovación 2001, Conacyt-INEGI

El gran problema de los modelos aquí presentados es su bajo nivel explicativo con unos R^2 y R^2 ajustado muy bajos. De los 8 modelos presentados la mayoría tiene valores para sus R^2 entre el 0,010 y 0,016 y los R^2 ajustado están alrededor del 0,006 siendo valores demasiado bajos. Solo el modelo 2.b.1 (con solo las variables básicas y ventas de productos nuevos o mejorados) tiene un R^2 mayor (0,15). El bajo nivel explicativo podría implicar por un lado que, en el caso de México, la innovación es poco importante para explicar el crecimiento de las empresas, o más preciso, su nivel de empleo. Otra causa del bajo nivel explicativo sería una heterogeneidad en la muestra que impediría sacar conclusiones. Por esta razón se ha llevado a cabo diversos modelos adicionales, seis modelos por sub muestras según 6 sectores agregados y por tres intervalos de gasto en I+D sobre ventas (GIDv²⁷). Algunos de estos modelos adicionales han visto claramente aumentado su poder explicativo (R^2) especialmente los modelos 4.2 (que incluye las empresas con un gasto en I+D moderado de entre el 0 y 3%) y el modelo 4.3 (con gasto en I+D mayor al 3%) tienen un poder explicativo mayor. Pero en estos casos solo entran las variables que reflejan los sectores según la taxonomía de Pavitt²⁸. Por otro lado, el modelo con empresas que no invierten en I+D entran –de forma estadísticamente significativa- casi todas las variables que hemos visto con anterioridad (tamaño, capital extranjero, ventas de nuevos productos, empleo en I+D) pero de nuevo con un nivel explicativo muy bajo. Aparentemente en estas empresas la innovación no es un factor muy importante para explicar su aumento relativo del empleo.

Las estimaciones de 5 “grupos” de modelos por sus muestras sectoriales, utilizando la taxonomía de Pavitt –que agrupa los sectores según su patrón o comportamiento innovador-, revelan algunos modelos donde (casi) ninguna variable utilizada en el estudio es estadísticamente significativa, como es el caso de los sectores “tradicionales” (Sector “1” Bienes de consumo tradicional y el sector “2” Proveedores de bienes intermedios tradicionales). En el caso de los otros tres sectores,

²⁷ Para empresas sin gasto en I+D (GIDv = 0), para empresas con un GIDv mayor al 0 e igual o menor al 3% y para empresas con un GIDv mayor al 3%.

²⁸ Excluyendo los sectores del modelo ninguna variable es estadísticamente significativa

se observan resultados muy parecidos a los del modelo global para toda la muestra, aunque con algunas diferencias en el tipo de variables incluidas sin que esto afecte la esencia de las conclusiones. En el sector que agrupa a los Proveedores especializados en bienes intermedios y equipos (Sector “3”), se obtuvieron resultados parecidos al modelo global para toda la muestra, donde el porcentaje de ventas derivadas de nuevos productos y la internacionalización, son factores importantes para poder explicar el aumento del empleo.

También en el sector que incluye a las empresas Intensivas en escala y de ensamblaje (sector 4), se observan resultados muy parecidos a los del modelo global, pero la diferencia está en la variable de internacionalización. En el modelo global la presencia de capital extranjero influye sobre el aumento del empleo en este caso son las exportaciones –como expresión de la internacionalización- las que se asocian con la creación del empleo. Por último, en el caso de los sectores basados en la ciencia y los conocimientos (sector 5), la diferencia con el modelo global reside en el hecho de que no son las ventas derivadas de nuevos productos las que influyen más sobre el crecimiento del empleo sino la obtención de patentes. Siendo un resultado muy coherente con las características de este sector basado en la ciencia.

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

Mediante este trabajo, se ha pretendido realizar un análisis sobre un tema crucial en la literatura económica: medir los efectos de la innovación sobre el empleo para el caso de España y México con microdatos obtenidos en encuestas. En el caso de España se han utilizado datos provenientes de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales para el periodo 2000-2010. Se sigue la metodología aplicada por Lachenmaier y Rottmann (2006) que estiman una regresión donde la variable dependiente es la tasa de variación del empleo y las independientes reflejan ampliamente las características estructurales de las empresas y sus mercados, sus estrategias y -por supuesto- su esfuerzo y comportamiento innovador. En el caso de México se utilizó la Encuesta Nacional de Innovación. El análisis de México es, por un lado, más limitado porque solo hay datos para un año y la encuesta ofrece pocos datos estructurales de las empresas. Esta limitación se ve compensada por el mayor detalle que proporciona sobre la actividad en I+D+i (Tipo de resultados innovadores, objetivos del I+D, obstáculos y fuentes para el proceso innovador).

Los resultados de ambos estudios (España y México) reflejan un impacto claro y positivo de la I+D sobre el crecimiento del empleo en las empresas. El estudio español ha consistido en la elaboración de un modelo micro-económico que permite distinguir entre los dos principales tipos de innovaciones: de proceso y de producto. Para ambas formas de innovación se ha encontrado evidencia acerca de su efecto positivo sobre el empleo a nivel de empresa. Lo que implica que todos los modelos han mostrado valores y signos acorde a lo esperado en la literatura (Lachenmaier y Rottmann, 2006; García et al. 2004; Hall et al. 2008). Un resultado sorprendente es el mayor impacto de la innovación de proceso sobre el empleo, respecto al impacto de la innovación de producto. La causa de este hecho podría ser la propia evolución de las variables durante el periodo de tiempo estudiado (el cual comprende unos cuantos años de crisis económica y financiera). Por otro lado, este hecho se podría interpretar en el sentido de que las empresas españolas compiten –dentro de su nivel tecnológico comparativo- sobre todo en costes y precios y menos en términos de calidad, prestaciones y diferenciación de producto. Aunque habría que analizar esta posible interpretación en un trabajo posterior. También para el caso de México se ha encontrado cierta evidencia, que a nivel micro la innovación influye positivamente sobre la cantidad de empleo demandado por las empresas. En este caso la variable más importante que refleja este efecto son el porcentaje de ventas de nuevos productos derivadas de innovaciones.

En el caso de España los modelos reflejan un poder explicativo muy aceptable y comparable con estudios existentes; pero en el caso de México, los modelos tienen un R^2 más bien bajo. Este bajo poder explicativo podría implicar, por un lado que, en el caso de México la innovación es poco importante para explicar el crecimiento de las empresas, o más preciso, su nivel de empleo. Otra causa podría ser que, la heterogeneidad de su tejido empresarial es demasiado grande para poder sacar conclusiones inequívocas. De hecho la realización de modelos adicionales ha mejorado la interpretación y, hasta un cierto punto, el poder explicativo de los modelos.

Como último quisiéramos interpretar de forma correcta los resultados en un marco más amplio. Primero se debe subrayar, que el efecto positivo encontrado en los estudios a nivel micro se refiere solo a las empresas de la muestra. Es decir, dentro del conjunto de empresas industriales españolas y –en menor medida- las mexicanas, aquellas que sean más innovadoras generan más empleo que aquellas que no innovan. Posiblemente debido, a que pueden ser empresas más competitivas que aquellas menos innovadoras. Esto no implica que exista un aumento neto del empleo a nivel nacional o internacional. Ya que las ganancias de empleo –que genera una producción mayor- puede generar pérdida de puestos de trabajo, los competidores nacionales o internacionales. O simplemente puede implicar un traslado del empleo de unas empresas (menos innovadoras) a otras más innovadoras o de un país/región a otro. Por lo tanto se debería realizar un estudio más amplio a nivel internacional.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Borrego, César y Collado, M. Dolores (2001): Innovation and job creation and destruction: Evidence from Spain. Working paper 01-38. Departamento de Estadística y Econometría. Universidad Carlos III de Madrid.
- Bogliacino, Francesco y Vivarelli, Marco (2010): The job creation effect of R&D expenditures. IPTS Working paper on corporate R&D and innovation - No. 04/2010.
- Chennels, Lucy and Van Reenen, John (1999): Has Technology Hurt Less Skilled Workers? An econometric survey of the effects of technical change on the structure of pay and jobs. Working paper 99/27. Institute for Fiscal Studies London.
- García, Angel, Jaumandreu, and Jordi y Rodríguez, César (2004): Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms. Working paper 1204. Universidad Carlos III de Madrid.
- Hall, Bronwyn H., Lotti, and Francesca y Mairesse, Jacques (2008): Employment, innovation, and productivity: evidence from Italian microdata. *Industrial and Corporate Change*. Vol.17, N° 4, pp. 813–839
- Harrison, Rupert, Jaumandreu, Jordi, Mairesse, and Jacques y Peters, Bettina (2004): Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from fur European Countries. *European Project: Innovation and Employment in European Firms: Micro-econometric Evidence*.
- Jaumandreu, Jordi (2003): Does innovation spur employment? A firm-level analysis using Spanish CIS data. *European project: Innovation and Employment in European Firms: Micro-econometric Evidence*.
- Lachenmaier, Stefan y Rottmann, Horst (2006): Employment Effects of Innovation at the Firm Level. Ifo Working Papers N° 27.
- Montero, Roberto (2011): Efectos fijos o aleatorios: test de especificación. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España
- Nickell, Stephen (1997), unemployment and labour market rigidities: Europe versus North America, *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 55–74.
- Nickell, Stephen (2003): Labour Market Institutions and Unemployment in OECD Countries. Cesifo DICE Report 2, 13-26.
- OECD (2005), Oslo Manual, Guidelines for collecting and interpreting innovation data, OECD Publishing, 3rd Edition
- OECD (2013) *Main Science and Technology Indicators Volume 2014 Issue 1*, OECD Publishing
- Pérez, Carlota (2002): *Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and Golden ages* (pp. 17-19). Cheltenham (UK). Ed: Edward Elgar.
- Pianta, Mario. (2005) 'Innovation and Employment' in J. Fagerberg, D.C. Mowery and R.R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- Solow, Robert M. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70, N° 1, pp. 65-94.

UNESCO (2005): Science Report del (2005)

Vivarelli, Marco (2007): Innovation and employment: a survey IZA Discussion Papers, No. 2621

Vivarelli, Marco (2012). Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of the literature, Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit

Zimmermann, Volker (2008): The impact of innovation on employment in small and medium enterprises with different growth rates. Discussion paper 08-134. Centre for European Economic Research.

Anexo España 2: descripción de las variables dummy relativas al sector y la Comunidad Autónoma

Sector Industrial	CNAE 2009 (*)	Comunidades Autónomas
1 Industria cárnica	101	1. Andalucía 2. Aragón 3. Asturias 4. Baleares 5. Canarias 6. Cantabria 7. Castilla-La Mancha 8. Castilla-León 9. Cataluña 10. Comunidad Valenciana 11. Extremadura 12. Galicia 13. Madrid 14. Murcia 15. Navarra 16. País Vasco 17. La Rioja
2 Productos alimenticios y tabaco	102 a 109, 120	
3 Bebidas	110	
4 Textiles y confección	131 a 133, 139, 141 a 143	
5 Cuero y calzado	151 + 152	
6 Industria de la madera	161 + 162	
7 Industria del papel	171 + 172	
8 Artes gráficas	181 + 182	
9 Industria química y farmacéuticos	201 a 206, 211 + 212	
10 Productos de caucho y plástico	221 + 222	
11 Productos minerales no metálicos	231 a 237, 239	
12 Metales férreos y no férreos	241 a 245	
13 Productos metálicos	251 a 257, 259	
14 Máquinas agrícolas e industriales	281 a 284, 289	
15 Productos informáticos, electrónicos y ópticos	261 a 268	
16 Maquinaria y material eléctrico	271 a 275, 279	
17 Vehículos de motor	291 a 293	
18 Otro material de transporte	301 a 304, 309	
19 Industria del mueble	310	
20 Otras industrias manufactureras	321 a 325, 329	

Nota: (*) CNAE es la Clasificación Nacional de Actividades Económicas, con base 2009

Fuente: Nota Metodológica de la ESEE. Elaboración propia.

Anexos para el caso español
Anexo España 1: Tests de diagnóstico para el caso de España

Test	P-Value	Acción
Test de los multiplicadores de Lagrange de Breusch y Pagan	0,1997	Se estima por MCO
Test de Durbin-Wu-Hausman	0,1882	Variables no endógenas y MCO es consistente

Fuente: Datos de la ESEE. Elaboración propia. Resultados proceso de estimación econométrico

Anexo México 1: Clasificación de sectores para el caso de México

Sectores MCA	Clave OECD	Clasificación Tipo Pavitt	Número de empresas
Minería de hierro	2	0	5
Explotación de otros minerales no metálicos	2	0	15
Minería de metales no ferrosos	2	0	22
Minería de rocas, arenas y arcillas	2	0	22
Construcciones especiales	44	0	1
Construcción e instalaciones industriales	44	0	3
Otras construcciones	44	0	3
Instalaciones en bienes inmuebles	44	0	3
Construcción	44	0	11
Edificación	44	0	16
Beneficio y molienda de cereales y otros productos agrícolas	5	1	6
Elaboración de nixtamal y fabricación de tortillas	5	1	6
Fabricación de aceites y grasas combustibles	5	1	6
Elaboración de alimentos para animales	5	1	9
Fabricación de cocoa, chocolate y confitería	5	1	10
Industrias de cárnicos	5	1	12
Elaboración de productos alimenticios para uso humano	5	1	18
Elaboración de productos lácteos	5	1	19
Elaboración de productos de panadería	5	1	24
Elaboración de conservas alimenticias	5	1	27
Industria azucarera	5	1	28
Industria de bebidas	5	1	70
Industria del tabaco	6	1	10
Industria textil de fibras duras y cordelería	8	1	7
Confección de materiales textiles	8	1	23
Hilado, tejido y acabado de fibras blandas	8	1	66
Fabricación de tejidos de punto	9	1	19
Confección de prendas de vestir	9	1	71
Industria de cuero, pieles y sus productos	10	1	13
Industria de calzado	10	1	48
Fabricación de envases y otros productos de madera y corcho	12	1	43
Manufactura de celulosa, papel y sus productos	13	1	50
Otros	13	1	65
Imprentas, editoriales e industrias conexas	14	1	55
Fabricación y reparación de muebles de madera	40	1	43
Otras industrias manufactureras	41	1	3
Fab y ensamble aparatos y accesorios uso doméstico	41	1	34
Fabricación de materiales de arcilla para la construcción	21	2	23
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	21	2	26

Fabricación de cemento, cal, yeso y otros minerales no metál	21	2	33
Industria básica del hierro y del acero	23	2	45
Industrias básicas de metales no ferrosos	24	2	27
Fundición y moldeo de piezas metálicas, ferrosas y no ferros	25	2	9
Fabricación y reparación de muebles metálicos	25	2	16
Fabricación de estructuras metálicas, tanques y calderas ind	25	2	17
Fabricación de otros productos metálicos	25	2	50
Petroquímica básica	16	3	1
Industria del coque, derivados de carbón mineral y petróleo	16	3	27
Fabricación de sustancias químicas básicas	18	3	8
Fabricación de otras sustancias y productos químicos	18	3	47
Industria de las fibras artificiales o sintéticas	18	3	49
Industria del hule	20	3	13
Elaboración de productos de plástico	20	3	63
Fab y Rep maquinaria y equipo, usos específicos	27	3	19
Fab y rep maquinaria y equipo, usos generales	27	3	45
Fab y ensamble máquinas oficina, cálculo y proceso informáti	28	3	17
Fab y ensamble maquinaria, equipo y accesorios eléctricos	29	3	69
Fab y ensamble equipo electrónico, radio, tv y comun uso méd (OECD 31-32)	31	3	42
Fab, rep y ensamble instrumentos y equipos de precisión	33	3	24
Industria automotriz	34	4	89
Fab, reparación y ensamble equipo de transporte (OECD 36, 37, 38)	38	4	35
Industria farmacéutica	19	5	33
Sectores MCA	Clave OECD	Clasificación Tipo Pavitt	Número de empresas

Anexo México 2: Aumento de empleo según sectores OCDE y Sectores Pavitt

	Pérdida de empleo	Empleo Estable	Aumento de empleo	N
Sector OCDE 2 (Pavitt 0)	30	42	28	64***
Sector OCDE 44 (Pavitt 0)	34	16	50	32***
Sector Pavitt 1	40	30	40	739***
Sector OCDE 6 (Pavitt 1)	50	30	20	10***
Sector OCDE 10 (Pavitt 1)	34	28	38	61***
Sector OCDE 12 (Pavitt 1)	33	21	47	43***
Sector OCDE 14 (Pavitt 1)	25	33	42	55***
Sector Pavitt 2	30	28	40	245 ^{NS}
Sector OCDE 21 (Pavitt 2)	32	26	43	82***
Sector OCDE 24 (Pavitt 2)	37	22	41	27***
Sector Pavitt 3	35	21	44	404***
Sector OCDE 27 (Pavitt 3)	53	13	34	64***
Sector OCDE 32 (Pavitt 3)	39	6	55	33***
Sector Pavitt 4	35	15	40	124***
Sector OCDE 34 (Pavitt 4)	29	15	56	89***
Sector Pavitt 5	27	24	49	96 ^{NS}
Media muestral	32	26	42	1705

Respecto a los sectores OCDE solo se incluye aquellos sectores cuyas diferencias son estadísticamente significante con la media del conjunto de los sectores