



ASOCIACIÓN PERUANA DE ECONOMÍA

Innovación y empleo en la industria manufacturera
peruana

José Luis Nolazco

Nikita Céspedes

Humberto Salas

Documento de Trabajo No. 146, Mayo 2019

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a el(los) autor(autores) y no de la Asociación Peruana de Economía. La asociación no tiene una posición política institucional.

Innovación y empleo en la industria manufacturera peruana¹

José Luis Nolazco²

Nikita Céspedes³

Humberto Salas⁴

Resumen

En este documento se explora la relación de la innovación con el empleo en la industria manufacturera peruana, distinguiéndose entre dos tipos de innovación: en producto y en proceso. La innovación en producto corresponde a la introducción de un nuevo producto que mediante el mecanismo de mayor demanda de bienes afecta al factor trabajo, y la innovación en proceso corresponde a las mejoras en la eficiencia durante el proceso productivo (tecnológicos) que afectan el uso del factor empleo. Haciendo uso de la Encuesta Nacional Manufacturera de 2015 se encuentra que la innovación en proceso reduce el nivel de empleo, lo cual se genera por la sustitución del empleo por capital físico más eficiente. Asimismo, se reporta que la innovación en producto incrementa el nivel de empleo. Estos resultados se mantienen cuando se analiza según el tamaño de empresa (micro, pequeña y mediana/gran empresa), la estructura de calidad de mano de obra (calificado y no calificado) y la capacidad tecnológica de las empresas (alta y baja tecnología).

Palabras claves: innovación en procesos, innovación en productos, empleo, variables instrumentales.

Clasificación JEL: C26, J21, O30, O33, O40.

1. Introducción

El desarrollo reciente de las naciones es una evidencia de que los procesos productivos son más eficientes cuando se implementan tecnologías que permiten transformar nuevas ideas en nuevos productos, lo cual representa ventajas competitivas para cualquier empresa (Crepón y otros, 1998; Griffith y otros, 2006; Álvarez y otros, 2011; Crespi y Zuniga, 2012; Baumann y Kritikos, 2016; Baum y otros, 2016). La literatura que muestra estas evidencias es abundante y al mismo tiempo en esta se ha puesto énfasis en analizar los mecanismos

¹ Los autores agradecen los comentarios de los participantes del V Congreso Anual 2018 de la Asociación Peruana de Economía y el XXXVI Encuentro de Economistas del BCRP. Asimismo, se agradece los comentarios de Raymundo Chirinos y Pavel Hernández. Las opiniones expresadas en este documento, así como los errores subsistentes son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan a la institución donde laboran.

² Universidad de Lima. E-mail: jnolazco@ulima.edu.pe.

³ Banco Central de Reserva del Perú. E-mail: ncspedes@bcrrpg.gob.pe.

⁴ Universidad de Lima. E-mail: 20123084@aloe.ulima.edu.pe

de transmisión entre las actividades de I+D hacia el producto y productividad⁵, y ha dado menor preponderancia a los cambios en el empleo que puede inducir los procesos de innovación (Tan y Le, 2007; Hall y Rosenberg, 2010; Bravo-Ortega y otros, 2014; Cirera y otros, 2015; entre otros). Este menor énfasis es aún más notorio en Perú, donde no existe ningún documento publicado al respecto. Por ello, esta investigación muestra evidencias sobre la importancia de los procesos de innovación en la industria manufacturera peruana en el empleo.

La evidencia empírica que analiza la relación entre las actividades de I+D y el empleo presentan resultados ambiguos, lo cual se relaciona a las diversas fuerzas que se activan según los actores económicos considerados. Los resultados destacados, por ejemplo, pueden diferir según el tipo de innovación⁶ que realiza la empresa (Harrison y otros, 2008; Hall y otros, 2008; Lachenmaier y Rottmann, 2011), según el sector económico⁷ donde se concentra la innovación (Greenhalgh, Longland, y Bosworth, 2001; Coad y Rao, 2011; Bogliacino y otros, 2011) y por los factores institucionales que presenta cada economía (Pianta, 2006; Vivarelli, 2011). La ambigüedad destacada también se relaciona porque los cambios en el empleo por la innovación dependen del estado de la tecnología, lo que determina hasta qué punto la innovación mejora la productividad y las condiciones de demanda que inducen a diferentes efectos compensadores.

Por esta razón, el objetivo de esta investigación es contribuir a una mejor comprensión de la relación que existe entre la innovación y el empleo en América Latina a partir de la experiencia peruana. En particular, se considera a Perú por diversos motivos. Primero, Perú presenta características estructurales diferentes a los principales países en América Latina ya evaluados por Benavente y Lauterbach (2008)⁸ y Crespi y Tacsir (2012)⁹. Segundo, la estructura empresarial en Perú está fuertemente dominada por empresas pequeñas y en su mayoría informales¹⁰, e interesa conocer si esta característica peruana afecta a los efectos de la innovación sobre el empleo. Tercero, no se han encontrado

⁵ Desde una perspectiva empírica, la literatura internacional ha constatado que las actividades de investigación y desarrollo (I+D) son uno de los principales factores que explican las diferencias en la productividad total de factores (PTF) y el crecimiento económico entre países (Griliches, 1995; Hall y Jones, 1999; Álvarez y otros, 2011).

⁶ La evidencia internacional indica que la innovación en productos y procesos tienen impactos ambiguos sobre el empleo. Así, mientras la innovación en productos es frecuentemente encontrada que tiene un impacto positivo sobre el crecimiento del empleo (Hall y otros, 2008; Lachenmaier y Rottmann, 2011; Dachs y Peters, 2014), la innovación en procesos está asociada no sólo a crecimiento del empleo (Lachenmaier y Rottmann, 2011), sino también a baja contratación laboral (Dachs y Peters, 2014) o incluso a estabilidad del empleo (Hall y otros, 2008).

⁷ A nivel sectorial, la innovación también puede desencadenar efectos indirectos, incluida la redistribución competitiva de productos y puestos de trabajo de empresas de baja a alta tecnología, pérdidas de empleos debido a la salida de las empresas no innovadoras y creación de empleo para aquellas que sí innovan.

⁸ Benavente y Lauterbach (2008) estudian el caso de Chile.

⁹ Crespi y Tacsir (2012) evalúan los casos de Argentina, Chile, Costa Rica y Uruguay.

¹⁰ Según cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática, en el año 2017, se estima que del total de empresas en el Perú el 72.5% son informales.

estudios utilizando datos peruanos que permitan conocer la capacidad de cambio en el empleo que tiene la innovación en el sector manufacturero peruano, por lo que esta investigación presenta un primer aporte a la literatura.

Los efectos de la innovación sobre el empleo se racionalizan utilizando un modelo desarrollado por Jaumandreu (2003) y Harrison y otros (2008). Este modelo conceptual captura diversos mecanismos mediante los cuales el empleo se modifica en un contexto de innovación empresarial. El modelo teórico permite descomponer la innovación a través de dos tipos: en producto y proceso; y a través del tiempo en torno a dos períodos; para luego medir aquellos efectos en el empleo. Al respecto, se realiza una innovación en producto al crear un producto nuevo o mejorar significativamente uno común a la empresa, mientras que la innovación en proceso se plasma al momento de incorporar un nuevo proceso o mejorar significativamente uno anterior.

En esta investigación se resalta dos efectos que se destacan en el modelo descrito: desplazamiento y compensación, los cuales han sido destacados en trabajos empíricos al ser identificables en los datos. El efecto desplazamiento, o sustitución, se da cuando al incorporar una innovación en proceso, disminuyen los costos marginales de la empresa al reducir la mano obra y se reemplaza por capital físico. Con respecto a la innovación en producto, la introducción de un bien nuevo puede ser sustituto del antiguo y, por ende, el nivel de empleo disminuye. El efecto compensación, o de complementariedad, ocurre cuando ante una innovación en proceso se reducen los costos marginales y también los precios, por lo que se genera una mayor demanda de los productos y se incrementa el empleo. En relación a la innovación en producto, la introducción de un nuevo producto en el mercado complementa al antiguo, generando una mayor demanda de productos que incrementa la fuerza laboral.

El enfoque empírico consiste en el uso de modelo de regresión en su forma reducida que se vincula con el modelo anteriormente descrito. En este modelo el empleo a nivel de empresas se relaciona con una variable de política que identifica los procesos de innovación realizadas por las empresas durante el año. Los datos utilizados corresponden a la Encuesta Nacional de Innovación Manufacturera que recoge información entre 2012 y 2014, con lo cual se recoge información de dos años consecutivos de empleo e innovación. El Método de estimación es de variables instrumentales.

Entre los resultados se destaca que la innovación en producto genera un efecto positivo en el empleo, siendo el empleo en las empresas que innovan en producto 0.67% superior respecto al empleo en las empresas que no innovan. Este resultado sugiere que de los efectos que genera la innovación en producto sobre el empleo predomina el efecto complementariedad sobre el efecto sustitución. Como se mencionó previamente, este impacto se da debido a un mayor requerimiento de mano de obra por un aumento de demanda como consecuencia de haber incorporado al mercado un producto innovador. Es importante mencionar que este efecto es similar al obtenido por Benavente y Lauterbach

(2008) para Chile (0.56%); sin embargo, menor a lo hallado por Crespi y Tacsir (2012) para algunos países de América Latina (1.22%, en promedio).

Se destaca además que la innovación en proceso, entendida como aquella que mejora los procesos productivos internos, genera una reducción de la fuerza laboral, en promedio las empresas que innovan en proceso tienen un nivel de empleo menor en 0.45% respecto a las que no innovan. En este caso, se argumenta que en este tipo de innovación hay una dominancia del efecto sustitución sobre el de complementariedad. Así, las empresas manufactureras peruanas reemplazan mano de obra usualmente no calificada por capital físico.

Los dos resultados destacados son robustos según tamaño de empresa (micro, pequeña y mediana/gran empresa), la estructura de calidad de mano de obra (calificado y no calificado) y la capacidad tecnológica (alta y baja tecnología).

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. En la sección 2 se desarrolla el modelo teórico que vincula la relación entre innovación (en proceso y producto) y el empleo. En la sección 3 se explica la revisión de literatura. En las secciones 4 y 5 se describen los datos y la estrategia empírica a utilizar, respectivamente. Finalmente, en las secciones 6 y 7 se muestran los resultados y las conclusiones del estudio, respectivamente.

2. Modelo teórico

El marco conceptual corresponde al modelo propuesto por Jaumandreu (2003), Harrison y otros (2008) y Benavente y Lauterbach (2008). Este modelo permite formalizar la relación entre la innovación tecnológica (producto y/o proceso) y el empleo, destacando la existencia del efecto sustitución o complementariedad entre ambas variables. Este modelo es de dos periodos y considera que el producto (Y) se elabora mediante una función de producción F con retornos constantes a escala, y que utiliza factores de producción tales como trabajo (L), capital (K) e insumos intermedios (M).

$$Y_{it} = \theta_{it}F(L_{it}, K_{it}, M_{it}) \quad (1)$$

donde una empresa en los periodos $t = 1, 2$ toma la decisión de producir bienes antiguos o no significativamente mejorados ($i = 1$), o productos nuevos y significativamente mejorados ($i = 2$). Si bien una empresa puede producir diferentes tipos de producción en cada periodo (Y_{11}, Y_{12}, Y_{21} y Y_{22}), se asume que en el periodo inicial ($t = 1$) todos los productos de la empresa son antiguos debido a que no se ha incorporado al mercado algún producto innovador (Harrison y otros, 2005; Benavente y Lauterbach, 2008). Por lo tanto, el total de productos generados por la empresa en el periodo inicial será equivalente a Y_{11} ya que $Y_{21} = 0$. Para el $t = 2$, la producción de la empresa está compuesta por productos antiguos (Y_{12}) y nuevos (Y_{22}).

La variable θ_{it} representa la eficiencia o el capital de conocimiento (Jaumandreu, 2003) o el incremento de la productividad marginal de los factores de producción convencionales debido a la incorporación de conocimiento (Peters, 2004). Debido a ello, dicha variable permite el desarrollo de los procesos productivos de manera más eficiente, y se incrementa proporcionalmente de acuerdo a la productividad marginal de cada factor de producción, lo que le otorga una eficiencia particular a cada uno (Benavente y Lauterbach, 2008).

Es importante mencionar que la decisión de innovar se determina antes del periodo de decisión de contratar o despedir empleados. Esto debido a que si se incorpora una innovación en producto que sea sustituto al anterior, dichos productos nuevos pueden reemplazar sólo a los productos antiguos; y si son complementarios, puede incrementar la demanda de empleo a nivel de empresa (Benavente y Lauterbach, 2008). La función de costos (C) de la empresa está determinada por la expresión (2):

$$C(w_{1t}, w_{2t}, Y_{1t}, Y_{2t}, \theta_{1t}, \theta_{2t}) = c(w_{1t}) \frac{Y_{1t}}{\theta_{1t}} + c(w_{2t}) \frac{Y_{2t}}{\theta_{2t}} + C_o \quad (2)$$

donde $c(w)$ representan los costos marginales de cada producto en el periodo t y C_o representa a los costos fijos. Usando el Lema de Sheppard en (2) se obtiene:

$$L_{it} = c_{L(w_{it})} \frac{Y_{it}}{\theta_{it}} \quad (3)$$

Además, $c_{L(w_{it})}$ corresponde a la derivada de la función de costo marginal con respecto al salario (w_{it}), la cual no cambia a lo largo del tiempo, o es igual tanto para los productos antiguos como para los nuevos: $c_{L(w_{11})} = c_{L(w_{12})} = c_{L(\widehat{w}_1)} = c_{L(\widehat{w}_2)}$. Este escenario puede darse cuando los precios relativos de ambos factores de producción son iguales (en este caso, el costo del trabajo es igual al costo de oportunidad del capital) tanto para ambos productos como para ambos periodos (Benavente y Lauterbach, 2008). El crecimiento del empleo entre los dos periodos se descompone en el cambio tanto del empleo en la producción de productos antiguos ($(L_{12} - L_{11})/L_{11}$) como en la de productos nuevos (L_{22}/L_{21}):

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{L_{12} + L_{22} - L_{11}}{L_{11}} = \frac{L_{12} - L_{11}}{L_{11}} + \frac{L_{22}}{L_{11}} \approx \ln \frac{L_{12}}{L_{11}} + \frac{L_{22}}{L_{11}} \quad (4)$$

Al incorporar la expresión (3) en (4), la descomposición del empleo resulta:

$$\frac{\Delta L}{L} \cong -(\ln \theta_{12} - \ln \theta_{11}) + (\ln Y_{12} - \ln Y_{11}) + \frac{\theta_{11} Y_{22}}{\theta_{22} Y_{11}} \quad (5)$$

La expresión (5) indica que el crecimiento del empleo se explica por: (i) el cambio en la eficiencia del proceso productivo de los productos antiguos ($(-\ln \theta_{12} - \ln \theta_{11})$), (ii) la tasa

de crecimiento de producción de productos antiguos¹¹ ($\ln Y_{12} - \ln Y_{11}$) y (iii) la expansión de la producción atribuible a la demanda por productos nuevos (Y_{22}/Y_{11}).

Se espera que el incremento en la eficiencia de producción de los productos antiguos de un periodo a otro ($\ln \theta_{12} - \ln \theta_{11}$) sea mayor en aquellas empresas que introduzcan innovación en proceso (por ejemplo, capital físico de mayor tecnología) para producirlos, incluso si se espera que la eficiencia de la empresa crezca por otros factores importantes, tales como los efectos de aprendizaje y capacitación (Harrison y otros, 2008).

El impacto en el crecimiento del empleo por la innovación en producto se ve reflejado en la proporción (θ_{11}/θ_{22}) de eficiencia relativa entre la producción de productos antiguos y nuevos. Por ello, si los productos nuevos están siendo producidos más eficientemente que los productos antiguos, dicha proporción debería ser menor a la unidad y el empleo no crecería en la proporción uno a uno con el crecimiento de la producción por producto nuevo (Harrison y otros, 2005; Benavente y Lauterbach, 2008).

Un aspecto que es importante tener en cuenta en este estudio es que la relación entre innovación y empleo esta cercanamente relacionada con el tipo de innovación de las empresas (Harrison y otros, 2008; Hall y otros, 2008; Lachenmaier y Rottmann, 2011). Los efectos de la innovación en producto y la de proceso sobre el empleo se capturan en la expresión 5 y para distinguir los efectos desplazamiento y compensación que estos generan sobre el empleo se presenta una tabla resumen que involucra los diversos casos (Tabla 1).

Tabla 1. Efectos de la innovación hacia el empleo

<i>Tipo de innovación</i>	<i>Desplazamiento</i>	<i>Compensación</i>
<i>Innovación en Proceso</i>	Efecto por aumento de productividad (-)	Efecto precio (+)
<i>Innovación en Producto</i>	Diferencias en productividad por producto nuevo (- o +)	Efecto de ampliación por demanda (+)

Fuente: Harrison y otros (2008) y Crespi y Tacsir (2012).

Según Crespi y Tacsir (2012), la innovación en proceso ocurre cuando existen altos costos en la producción, lo que genera la necesidad de incorporar maquinaria tecnológicamente nueva y reducir la mano de obra a fin de mejorar la eficiencia productiva de la empresa (efecto desplazamiento negativo). Sin embargo, posterior a la reducción de los costos marginales, como consecuencia del aumento en la eficiencia productiva, puede verse reflejada una disminución en los precios de los productos y/o servicios ofrecidos al mercado, lo que origina un aumento de la demanda y, en

¹¹ Parcialmente determinado por la incorporación de un producto nuevo. El signo sería negativo de ser el caso en el cual los productos antiguos y nuevos sean sustitutos, y positivo, de ser complementarios.

consecuencia, un mayor requerimiento de nueva fuerza laboral (efecto compensación positiva).

Sobre la innovación en producto los autores sugieren que este puede desplazar trabajo siempre y cuando el nuevo producto sea reemplazo del anterior (bienes sustitutos). Caso contrario, cuando ambos bienes (el nuevo y antiguo) se complementan, ocasiona un incremento del empleo. Con respecto al efecto de compensación positivo sobre el empleo, éste se da por el aumento de la demanda por haber introducido un producto nuevo, independientemente de su relación con respecto al producto antiguo.

3. Revisión de literatura

Gran parte de la literatura relacionada con la innovación, tiene como interés de estudio el impacto sobre la productividad o actividad exportadora. El trabajo seminal en este enfoque es el de Crepón y otros (1998), donde se desarrolla el modelo CDM, el cual vincula la decisión de invertir en I+D, la intensidad de gasto en I+D, la probabilidad de introducir una innovación a raíz de ese esfuerzo innovador y, finalmente, el impacto de la innovación en la productividad.

Este modelo sirvió como base para investigaciones posteriores como Griffith y otros (2006), Crespi y Zuniga (2012), Bravo-Ortega y otros (2014), Aboal y Garda (2015), Crowley y McCann (2015), De Fuentes y otros (2015), Gallego y otros (2015), Loof y otros (2016), entre otros. Posteriormente, el modelo se expande cuando se evalúan los impactos directos e indirectos de las exportaciones en relación a la innovación y productividad. Por un lado, una empresa que sólo opera en el mercado nacional y que constantemente invierte en innovación, verá evolucionar su productividad de manera continua, capacitándola indirectamente para competir en el mercado internacional. De otro lado, una empresa ya exportadora necesita invertir directamente en innovación para no verse rezagada sobre otras empresas que participan competitivamente en el mercado mundial (Yasar, 2006; Baum y otros, 2016; Cintio, 2017; Nolzco, 2018; entre otros).

Los trabajos empíricos, que buscan relacionar y encontrar los efectos de la innovación tecnológica en el nivel de empleo, se pueden desagregar en dos modelos: (i) el que busca cuantificar el impacto de la innovación tecnológica hacia el nivel agregado del empleo y (ii) el que se enfoca en el cambio estructural laboral como consecuencia de una innovación tecnológica.

El primer modelo fue desarrollado por Jaumandreu (2003), posteriormente extendido por Peters (2004) y más tarde aplicado por Harrison y otros (2005), Benavente y Lauterbach (2008), Álvarez y otros (2011), Crespi y otros (2012) y De Elejalde (2015). El

segundo¹² usa modelos empíricos y fue aplicado por Chennels y Van Reenen (1999) y luego por Kaiser (2000, 2001) y Falk y Seim (2000, 2001).

Jaumandreu (2003) evalúa los impactos de la innovación en producto y proceso al nivel de empleo en España. A partir de una regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y otra por VI¹³. Los resultados de las estimaciones indican un efecto positivo y significativo de 0.84% y 1.3% de la innovación en productos sobre el empleo. Sin embargo, el impacto de la innovación en procesos no es significativo debido al efecto complementariedad entre ambas variables.

Peters (2004) extiende el modelo de Jaumandreu (2003) al incorporar el enfoque hacia una empresa multi-producto y aplicarlo para Alemania usando MCO y VI¹⁴. Los resultados de las estimaciones confirman que existe un impacto positivo y significativo entre 0.89%-1% de la innovación en producto sobre el empleo. Sin embargo, a diferencia de lo obtenido por Jaumandreu (2003), la innovación en proceso si presenta un efecto negativo y significativo entre 1.7%-4.3% sobre el empleo, evidenciando así el efecto desplazamiento.

Harrison y otros (2008) desarrolla un modelo teórico que muestra la relación entre las ventas derivadas por innovación en producto con aquellas empresas que innovaron tanto en producto como en proceso y el impacto que sostiene esta relación hacia el nivel de empleo. El objetivo de la relación también recae en encontrar si la innovación en proceso implicó una mejora productiva a los productos antiguos o a los productos nuevos. Para ello aplica el modelo a un grupo de países de Europa (España, Francia, Alemania y Reunido Unido) usando MCO y VI. Los autores encuentran un efecto positivo y significativo de 0.83% y 1.27% en la innovación de producto en el empleo según método de estimación. Por otro lado, se encuentra un efecto negativo de 4% (MCO) y 3.4% (VI), mostrando evidencia que prevalece el efecto de compensación.

Benavente y Lauterbach (2008) añaden la inversión en capital físico sobre ventas totales al modelo de Harrison y otros (2008), pues consideran que la intensidad de capital con respecto al nivel de producción es de relevancia para el modelo. Usando las metodologías de MCO y VI¹⁵, se encuentra que existe un efecto significativo de 0.4% y 0.6% de la

¹² El segundo modelo no se toma como caso de estudio puesto que éste considera a la innovación como una variable agregada, impidiendo estimar los efectos en relación al empleo según el tipo de innovación que se adquiera. Además, se agregan variables que se alejan del objetivo de la presente investigación, tales como: calidad de transporte, tributos al estado, restricciones financieras, entre otras (Kaiser, 2001; Falk y Seim, 2001).

¹³ Las variables instrumentales usadas son: fracción de las ventas consideradas como innovadoras, gasto por innovación sobre ventas y una dicotómica que toma el valor de uno si la empresa considera que la innovación tuvo un efecto en el incremento de la producción medio-alto.

¹⁴ Las variables instrumentales usadas son: ratio del nivel de gasto en R+D sobre el total de ventas, expansión de la producción total como causa de la innovación en producto, grado de innovación del producto en la industria, condiciones de apropiabilidad, entre otros. Dichos instrumentos cumplen las condiciones de exogeneidad y relevancia. Cabe mencionar que, para el presente estudio, no cumplieron esas condiciones.

¹⁵ Las variables instrumentales usadas son: incremento del rango de producción debido a la innovación y nuevos insumos como origen de una idea innovativa. Dichos instrumentos cumplen las condiciones de

innovación en producto hacia el empleo en la economía chilena. Asimismo, si bien la innovación en proceso presenta un impacto negativo de 0.13% sobre el empleo, el efecto no es significativo, concluyendo que prevalece el efecto de complementariedad. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Álvarez y otros (2011), quienes, por un lado, obtienen un impacto positivo y significativo al 0.01 de nivel de significancia de 0.8% y 1.7% de la innovación en producto en relación al empleo, y de otro lado, un efecto no significativo de -2.7% de la innovación en proceso hacia el empleo.

Crespi y otros (2012) aplica el modelo de Harrison y otros (2008) para un grupo de países de Latinoamérica y el Caribe (Argentina, Chile, Costa Rica y Uruguay) usando MCO y MC2E con variables instrumentales¹⁶. Se encuentra que el impacto de la innovación en producto hacia el empleo se encuentra entre 0.85% y 1.2%, siendo ambos impactos significativos al 0.01 nivel de relevancia estadística. Además, la innovación en proceso presenta un coeficiente de 0.8% y 1.5% según la metodología econométrica implementada. Sin embargo, estos efectos no son significativos, dando indicios de que prevalece el efecto de complementariedad sobre el de sustitución.

De Elejalde (2015) implementa el modelo de Harrison y otros (2008), pues busca encontrar los efectos de la innovación (producto/proceso) hacia el nivel de empleo para el caso de Argentina, entre los períodos de 1998 y 2001. Para ello usa MCO y MC2E usando variables instrumentales¹⁷. El autor encuentra que existe un impacto significativo al 0.01 nivel de significancia de 0.96% y 1.51% de la innovación en producto hacia el empleo. Distinto es el caso de la innovación en proceso, con un coeficiente no significativo de -0.56% y -1.25%. Ello indica la prevalencia del efecto de complementariedad de la innovación en proceso hacia el empleo.

Notar que la evidencia internacional sugiere que existe una marcada heterogeneidad en los efectos de la innovación sobre el empleo, destacando en algunos casos la preponderancia de determinado efecto de los diversos efectos mencionados anteriormente. A nivel nacional, no se han encontrado investigaciones nacionales correspondiente al presente tópico, ya que la gran mayoría de la literatura evalúa la relación entre innovación y productividad (Tan y Le, 2007; Hall y Rosenberg, 2010; Bravo-Ortega y otros, 2014; Cirera y otros, 2015; entre otros). Por ello, el objetivo de la presente investigación es brindar un alcance de los impactos de la innovación sobre el empleo, tanto para productos y/o procesos.

relevancia, pero se supone la condición de exogeneidad. Cabe mencionar que, para el presente estudio, no cumplieron esas condiciones.

¹⁶ Las variables instrumentales usadas son: apoyo público a la innovación, obstáculos para la innovación y rango de producción adicional por innovación. Dichos instrumentos cumplen las condiciones de relevancia, pero se supone la condición de exogeneidad.

¹⁷ La variable instrumental usada es: programas de apoyo público a la innovación. Dicha variable instrumental cumple las condiciones de exogeneidad y relevancia..

4. Datos

La base de datos a considerar en el presente estudio corresponde a la Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera (ENIIM 2015)¹⁸, recolectada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Esta encuesta recoge información de 8,844 empresas manufactureras en todas las regiones del Perú desde el año 2012 hasta el 2014. Esta encuesta permite identificar las diferencias en innovación tecnológicas entre Perú y otros países, lo cual es útil para identificar las brechas que Perú presenta en este ámbito a partir de datos de empresas. Además, amerita mencionar que la estructura de las preguntas de la ENIIM 2015 restringe la evaluación del período 2012 al 2014 en un solo bloque, de tal manera que no permite evaluar los efectos futuros de la innovación en el empleo.

Algo importante a resaltar es que cerca del 50% de las empresas manufactureras peruanas encuestadas ha innovado, ya sea en solo proceso, solo producto o ambas. Esta incidencia de la innovación en Perú es similar a lo reportado por Harrison y otros (2005) en Francia, Alemania, España y Reino Unido. Sin embargo, se reporta diferencias destacables con los resultados de Bavente y Lauterbach (2008), quienes reportan que las empresas chilenas solo tienen un 17% de empresas que no innovaron mientras que, del total de empresas peruanas, la mitad no innovó (Tabla 2).

Con respecto al crecimiento del empleo, se puede notar que las empresas peruanas que no innovaron tuvieron un crecimiento del empleo menor (2.3%) con respecto a las que solo innovaron en proceso (4.3%) y menor aún con las que innovaron en solo producto o producto y proceso (10%). En comparación con la investigación de Harrison y otros (2005), Alemania, España y el Reino Unido presentan similitud. Sólo Francia parece no tener diferencia entre las empresas que no innovan con respecto a las que innovan en proceso; sin embargo, se recupera la diferencia cuando se compara con las empresas que innovaron en solo producto o ambas. Interesante es el caso de Benavente y Lauterbach (2008), donde se muestra que las empresas chilenas presentan decrecimiento del empleo con respecto a las empresas no innovadoras (-3.3%), además el crecimiento del empleo fue marcadamente mayor en las empresas que innovaron en solo proceso (25.4%), en comparación a las que innovaron en producto o ambas (6.7%).

Respecto al crecimiento total de las ventas nominales para las empresas peruanas, se tiene una reducción del 0.4%, ocasionado por la disminución del 16.8% de las ventas de las empresas no innovadoras, las cuales representan el 50% de las empresas totales, a pesar de

¹⁸ Es importante mencionar que a pesar de que existe la ENIIM (2012) que analiza manufactureras durante el período 2009-2011, no se considera en el presente estudio puesto que sólo coincide con el 20% de los datos, motivo por el cual se considera la base de datos más reciente.

que las ventas nominales de las empresas innovadoras crecieron en promedio 16.4%. Este resultado contrasta significativamente con los resultados de Harrison y otros (2005), donde las ventas nominales de las empresas europeas no innovadoras crecieron en promedio 13.3% y las ventas totales nominales en 16%, y Benavente y Lauterbach (2008), donde las ventas nominales de las empresas chilenas no innovadoras crecieron 9.6% y las ventas totales nominales en 30%.

Tabla 2. Características básicas

Características/Estudios	A ^{2/}	B ^{3/}	C ^{4/}			
	Perú	Chile	Francia	Alemania	España	UK
Nº de empresas	8844	514	4631	1319	4548	2533
No innovadoras	50.1	17.0	47.7	41.5	55.4	60.5
Solo proceso	5.3	5.0	7.1	10.2	12.2	11.0
Innovadoras en producto ¹	44.7	77.0	45.2	48.4	32.4	28.5
Innovadoras en producto y proceso	34.1	76.0	24.3	27.4	20.0	14.1
Crecimiento del empleo (%)						
Todas las empresas	5.8	5.6	8.3	5.9	14.2	6.6
No innovadoras	2.3	-3.3	7.0	2.4	12.6	5.4
Solo proceso	4.3	25.4	7.5	6.0	16.2	8.0
Innovadoras en producto ¹	10.0	6.7	9.8	8.9	16.2	8.5
Crecimiento de las ventas nominales (%)						
Todas las empresas	-0.4	30.0	13.0	15.2	23.2	12.3
No innovadoras	-16.8	9.6	11.0	10.8	21.7	10.0
Solo proceso	17.8	29.0	13.4	21.7	23.6	16.3
Innovadoras en producto ¹	15.9	35.2	15.0	17.5	25.7	13.9
Crecimiento de la productividad (%)						
Todas las empresas	-0.6	24.4	4.7	9.3	9.0	5.7
No innovadoras	-18.9	12.9	4.0	8.4	9.1	5.3
Solo proceso	13.5	3.6	5.9	15.7	7.4	8.3
Innovadoras en producto ¹	5.9	28.9	7.5	8.7	9.5	5.4

Notas: ^{1/} Innovadoras solo en producto + innovadoras en producto y proceso. ^{2/} Encuesta Nacional de la Innovación Manufacturera 2015. Período: 2012-2014. ^{3/} Benavente y Lauterbach (2008), usando la Tercera Encuesta Nacional de la Industria Manufacturera. Período: 1998-2001. ^{4/} Harrison y otros (2005), usando la Tercera Encuesta de Innovación en la Comunidad (CIS3). Período: 1998-2000.

Fuente: Harrison y otros (2008); Benavente y Lauterbach (2008).

Finalmente, la industria redujo su productividad en un 0.6%, ello como resultado de una reducción de la productividad de las empresas no innovadoras en 18.9%; mientras que las que innovaron en solo proceso aumentaron su productividad en 13.5%, en adición a las que innovaron en producto con un 5.9%. Nuevamente, la estructura de la base de datos difiere con respecto a los resultados de Harrison y otros (2005) y Benavente y Lauterbach (2008)¹⁹: a pesar de ser empresas no innovadoras, lograron crecer su

¹⁹ La diferencia en la productividad de empresas peruanas no innovadoras se ve reflejada en la constante con signo positivo estimada econométricamente desde la Tabla 4 hasta la Tabla 10, el cual difiere en lo hallado en Harrison y otros (2005) y en Benavente y Lauterbach (2008). Este signo se justifica pues mientras que las

productividad en 6.7% en promedio y 12.9%, respectivamente. Además, las empresas europeas lograron un crecimiento de la productividad de la industria de 7.2%, mientras que las empresas chilenas lograron un crecimiento conjunto de 24.4%.

La Tabla 3 representa a la columna A de la Tabla 2 desagregada por tamaño de empresa para el caso peruano. Se aprecia que a medida que la empresa crece, la cantidad de empresas no innovadoras se reduce. En otras palabras, la empresa aumenta de tamaño tanto como aumenta su inversión en actividades en I+D y, por ende, en la cantidad de innovaciones que obtiene. Ello se aprecia claramente en el aumento de innovaciones tanto en sólo proceso como en producto a medida que la empresa se desarrolla.

Tabla 3. Características básicas por tamaño de empresa

Características/ Tamaño de empresa	Micro empresa ^{2/}	Pequeña empresa ^{3/}	Mediana y Gran empresa ^{4/}
Nº de empresas	1820	5717	1307
No innovadoras	66.92	46.72	41.09
Solo proceso	2.14	5.13	10.41
Innovadoras en producto ¹	30.93	48.15	48.51
Crecimiento del empleo (%)			
Todas las empresas	10.24	3.9	8.33
No innovadoras	3.72	1.33	4.08
Solo proceso	0	4.3	5.39
Innovadoras en producto ¹	25.03	6.37	12.56
Crecimiento de las ventas nominales (%)			
Todas las empresas	-46.88	11.16	13.96
No innovadoras	-68.73	0	17.62
Solo proceso	0	24.12	9.33
Innovadoras en producto ¹	-2.86	20.62	11.85
Crecimiento de la productividad (%)			
Todas las empresas	-57.12	7.25	5.62
No innovadoras	-72.45	-1.35	13.53
Solo proceso	0	19.79	3.94
Innovadoras en producto ¹	-27.90	14.26	-0.01

Notas: ^{1/} Innovadoras solo en producto + innovadoras en producto y proceso. ^{2/} Se considera micro empresa si sus ingresos por ventas son menores a 150 UIT's. ^{3/} Se considera pequeña empresa si sus ingresos por ventas son como mínimo 150 UIT's pero menores a 1700 UIT's. ^{4/} Se considera mediana o gran empresa si sus ingresos por ventas son como mínimo 1700 UIT's.

Una UIT corresponde a la cantidad de S/. 3,800 (2014).

Fuente: Harrison y otros (2008); Benavente y Lauterbach (2008).

Con respecto al crecimiento del empleo, es notable el decrecimiento del empleo (de 10.24% a 3.9%) en la micro empresa; sin embargo, es interesante señalar que una vez que llega a ser mediana o gran empresa, se restablece la demanda por mano de obra (8.33%). La explicación sobre este comportamiento consta en las necesidades de la empresa por ser

empresas peruanas disminuyeron su productividad, las empresas europeas y chilenas respectivamente, la acrecentaron.

productiva. Es presumible que una micro empresa se vea incentivada a innovar en proceso (por ejemplo. incorporar maquinaria nueva), debido a que este tipo de innovación es la más fácil de realizar (no es necesario poseer un departamento de investigación y desarrollo en la empresa para adquirir maquinaria nueva, lo que sí se requiere cuando se desea innovar en producto) con el objetivo de ser más productiva, lo que causa desplazamiento de mano de obra (Jaumandreu, 2003; Harrison y otros, 2008; Benavente y Lauterbach, 2008). A medida que la empresa prospera, el crecimiento de la productividad marginal se va reduciendo, una vez habiéndose establecido como mediana o gran empresa, la única forma de seguir siendo productiva es innovando en producto, para lo cual demanda capital de trabajo calificado. Lo que se experimenta es una reestructuración de la calidad de trabajo calificado por no calificado a medida que una empresa se desarrolla (Álvarez y otros, 2011; Crespi y Tacsir, 2012).

Un aspecto final que se destaca de los datos es que las microempresas tienen una contribución relevante en los promedios agregados, lo cual refleja una característica estructural de la industria manufacturera peruana. Son las micro empresas las causantes de las cifras negativas del sector en ambos rubros, pues las ventas nominales exhiben un decrecimiento de 46.88%, mientras que en la productividad decae en 57.12%. Además, en el caso de las empresas de mayor tamaño, sus ventas nominales y su productividad responden en la misma dirección.

5. Estrategia Empírica

Usando la expresión (5) se puede reescribir de la siguiente manera:

$$l_i = \alpha_0 + \alpha_1 d_i + y_1 + \beta_i y_2 + u_i \quad (6)$$

donde l es la tasa de crecimiento del empleo a lo largo del período (entre $t=1$ y $t=2$), y_1 y y_2 corresponden a las tasas de crecimiento de la producción por producto antiguo y nuevo respectivamente y u es el término de error ($E(u|d; y_1, y_2) = 0$). El parámetro α_0 representa la eficiencia de producción promedio de los productos antiguos, y la variable dicotómica d_i , es igual a uno si la empresa ha implementado una innovación en proceso específica no relacionado con la innovación en producto, es decir, “solo innovación en proceso”. Finalmente, el parámetro β_i captura la eficiencia relativa de producción entre productos antiguos y nuevos. Las condiciones para una estimación apropiada del modelo descrito, según lo expuesto por Harrison y otros (2005) y Benavente & Lauterbach (2008) son:

Primero, la variable y_1 contiene tres efectos diferentes que no se pueden separar por la restricción de datos: (i) el incremento “independiente” de la demanda de productos antiguos, (ii) el efecto de “complementariedad o compensación” por la variación en el precio del producto antiguo por la incorporación de una innovación en proceso y (iii) el efecto de “sustitución o desplazamiento” por la incorporación de una innovación en producto.

Segundo, teniendo en cuenta que lo que se produce se vende, la proporción entre la producción de productos nuevos y antiguos o crecimiento de las ventas debido a la producción de productos nuevos (y_2) es una variable no observable y para poder construirla se debe el crecimiento nominal de las ventas totales (g) entre el crecimiento de las ventas nominales debido a productos antiguos (g_1) y el crecimiento de las ventas nominales debido a productos nuevos (g_2). Ambas tasas de crecimiento (g_1 y g_2) se construyen utilizando a la proporción entre las ventas por producto nuevo y las ventas totales (s), dato disponible para el último periodo de análisis. Entonces se tiene: $g_2 = s(1+g)$ y $g_1 = g-s(1+g)$.

Si g_1 es el crecimiento de las ventas nominales por producto antiguo y π es la tasa de crecimiento del precio de los productos, podemos describir lo siguiente: $g_1 = y_1 + \pi$, donde y_1 es el crecimiento no observable real de las ventas por producto antiguo. Ahora, si g_2 es el crecimiento de las ventas nominales por producto nuevo y π es la tasa de crecimiento del precio de los productos, entonces se puede decir que: $g_2 = y_2 (1+\pi) = y_2 + \pi y_2$, donde y_2 es el crecimiento no observable real de las ventas por producto nuevo. Reemplazando las ecuaciones de g_1 y g_2 en (5) y reordenando (6), se tiene:

$$1 - g_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + v \quad (7)$$

donde el nuevo termino de error no observado es: $v = -\pi - \beta \pi y_2 + u$. Siguiendo con el modelo, se puede apreciar que en esta expresión g_2 es una variable endógena con respecto a la inflación (π) y la producción real del producto nuevo (y_2), esto al corroborarse que el residuo v contiene información relacionada con estas dos últimas variables. En este punto cabe resaltar que es extremadamente difícil encontrar una variable instrumental que sea exógena tanto para el nivel de inflación como para la decisión de la empresa a innovar; por lo tanto, y acorde a las variables instrumentales usadas en la literatura empírica, se relaja la última restricción.

El problema de endogeneidad se enfrenta utilizando el método de variables instrumentales para g_2 . Se consideran dos instrumentos. El primero es ayuda pública a las innovaciones, el cual es una variable dicotómica que toma el valor de uno si la empresa innovó gracias a programas públicos de apoyo a la innovación tales como: (i) apoyo a la innovación vía subvenciones como Innóvate Perú o FIDECOM-FINCYT; (ii) servicios tecnológicos de los CITEs; (iii) apoyo al emprendimiento y a la ciencia, tecnología e innovación tecnológica; (iv) programas de asistencia técnica para la adopción de tecnología y gestión empresarial; (v) incentivo a la I+D y programas de promoción de exportaciones. El segundo es una variable dicotómica, el cual es igual a uno si la empresa se encuentra en Lima o el Callao. La lógica de la agregación de esta variable instrumental recae en la idea de que la competencia industrial en la capital, en comparación a los demás departamentos, es de mayor intensidad y, por ende, para las empresas en dicha región, la

innovación representaría una herramienta fundamental para mejorar sus niveles de productividad y competitividad. Estos instrumentos son utilizados por Álvarez y otros (2011), Crespi y otros (2012), De Elejalde (2015), y cumplen las condiciones de exogeneidad y relevancia, tal como sugiere Wooldridge (2006).

6. Resultados

En primer lugar, en la Tabla 4 y en relación a lo propuesto por Benavente y Lauterbach (2008), se estima la expresión (7) considerando sólo la variable de crecimiento de las ventas por haber innovado en producto (innovación en producto). En segundo lugar, en la Tabla 5 se añade la variable de innovación en solo proceso (innovación en proceso), completando así la especificación de la expresión (7). El objetivo de esta estrategia es ir incorporando variables progresivamente con el fin de apreciar la evolución de los resultados a medida que el modelo converge a su forma final. En tercer lugar, acorde a lo propuesto por Harrison y otros (2008), en la Tabla 6 se interactúan las variables de innovación en producto con la de innovación en proceso, ello con el motivo de descubrir si la innovación en proceso se encuentra destinada en mejorar el proceso de fabricación de productos antiguos o nuevos. Finalmente, en las Tabla 7, 8 y 9 se llevan a cabo regresiones de la expresión (7), pero en proporción al tamaño, calificación de la mano de obra y capacidad tecnológica de las empresas, ello con el propósito de verificar la robustez de los resultados.

Efectos de la innovación en producto hacia el empleo

Acorde al marco teórico, se procede a estimar la expresión (7), la cual resulta del reemplazo de y_1 por g_1 para luego proceder con el reordenamiento de la expresión; esta expresión captura el efecto de producción real de productos antiguos y nuevos antes no considerados en la expresión (6). La expresión (7) presenta como variable dependiente la contratación de empleo que no tenga como finalidad la producción real de productos antiguos. Sin embargo, sólo se incluye como variable independiente al crecimiento de ventas por haber innovado en producto (innovación en producto), el objetivo de esta estrategia es evaluar los efectos de la innovación por separado a medida que se va completando la especificación del modelo propuesto en la expresión (7). Para ello, se estiman regresiones tanto por MCO como por VI y se muestran en la Tabla 4. Las regresiones se controlan bajo la variable de efecto fijo de cantidad de CITEs por región, la variable inversión en capital físico sobre ventas y dummies por industria.

En la Columna A, se presentan los resultados de la regresión por MCO, el coeficiente que acompaña la variable crecimiento de ventas por innovación en producto nuevo representa la eficiencia relativa entre la producción de productos nuevos y antiguos. Dado que el valor es 0.61%, menor a la unidad, y es significativo al 1%, se puede decir que los productos nuevos se producen de manera más eficiente que los antiguos. Esto significa que la cantidad de factores usados para fabricar un producto nuevo es menor comparado

con la de un producto antiguo y la contratación de empleo viene en una proporción menor a la unidad. Además, se puede afirmar que cuando se incorpora una innovación en producto, el crecimiento de las ventas por tal innovación incrementa el nivel de empleo en 0.61 p.p. Al momento de incluir variables binomiales por industria, el impacto solo cambia en 1 p.p., lo que evidencia la robustez de este resultado.

En la Columna B, se realiza una estimación por Variables Instrumentales (VI). La variable crecimiento de ventas por innovación en producto es tomada como variable endógena y se requiere el uso de variables instrumentales. El instrumento más apropiado para este caso es el que esté relacionado con el crecimiento de ventas por innovación en producto pero que no se encuentre relacionado con el cambio de precios. El instrumento usado es la variable dicotómica de programa de apoyo público a la innovación, como originario de nuevas ideas innovativas. Esta variable toma el valor de uno si la empresa recibió apoyo público a la innovación y a raíz de eso desarrolló una innovación.

Curiosamente, se aprecia que el impacto del crecimiento de las ventas por innovación en producto es menor en esta regresión (0.57%) en comparación al del MCO (0.61%), por lo que en una primera instancia se puede señalar que la variable instrumental no cumple la función de eliminar el efecto de inflación. Sin embargo, la explicación se debe a que en la regresión de la Tabla 4 sólo se ha considerado la variable de innovación en producto y por ende no se puede llegar a una conclusión a partir de este resultado. Como se viene mencionando, la estrategia es evaluar los efectos individuales de la innovación e ir completando el modelo final para examinar la evolución de los resultados. Al igual que en la Columna A, el resultado de la Columna B no muestra cambio radical al momento de incorporar variables binomiales por industria (2.5 p.p.), lo que certifica la robustez de este impacto. Además, el instrumento pasa satisfactoriamente las pruebas de endogeneidad e instrumentos débiles.

En la Columna C se añade otro instrumento con el fin de sobre-identificar la regresión. El instrumento es una variable dicotómica que capta a aquellas empresas que operan en la capital de Lima Metropolitana y el Callao. Los resultados son consistentes debido a la no variación drástica del coeficiente de esta nueva regresión por VI con respecto al de la Columna B (0.57%). Asimismo, se añaden las diferentes pruebas en cuanto al uso de variables instrumentales. Para el caso de la prueba de endogeneidad, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se justifica el uso de variable instrumentales. Finalmente, se rechaza la hipótesis nula de la prueba de instrumentos débiles, concluyendo que los instrumentos no son débiles. Finalmente, el test de sobre-identificación señala que los instrumentos escogidos cumplen la condición de ortogonalidad.

Tabla 4. Efecto de innovación en producto hacia el empleo

Variables	A: OLS		B: VI ¹		C: VI ²	
Crec. ventas innv. producto nuevo	0.612*** (0.0125)	0.619*** (0.012)	0.566*** (0.0206)	0.591*** (0.021)	0.565*** (0.0201)	0.585*** (0.021)
Constante	0.140*** (0.0167)	-0.078*** (0.023)	0.152*** (0.0182)	-0.068*** (0.025)	0.152*** (0.0181)	-0.067*** (0.025)
Observaciones	8,844	8,844	8,844	8,844	8,844	8,844
R-cuadrado	0.278	0.328	0.277	0.328	0.277	0.328
Dummies por industria	No	Si	No	Si	No	Si
Test de endogeneidad (p-value) ³			0.0156	0.1252	0.0119	0.0627
Prueba de instrumentos débiles ⁴			3715>16	3990>16	2090>19	1565>13
Test de sobre-identificación (p-value) ⁵					0.8551	0.185

Notas: Variable dependiente: $l - (g_1 - \pi_1)$. Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. Todas las regresiones incluyen variables de control de número de “CITEs” por región y ratio “inversión/ventas”.

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

¹Único instrumento usado es (0/1) “apoyo público a la innovación”.

²Instrumentos usados son “apoyo público a la innovación” y (0/1) “si se encuentra en Lima o Callao”.

³Hipotesis nula: la variable independiente es exógena (no se justifica uso de variables instrumentales).

⁴Hipotesis nula: los instrumentos son débiles.

⁵Hipotesis nula: los instrumentos son válidos (cumplen ortogonalidad).

Los resultados de la Tabla 4 muestran mayor impacto en comparación con los resultados de Benavente y Lauterbach (2008) (0.4% para MCO y 0.5% para VI). Además, es importante hacer mención al valor positivo de la constante cuando no se consideran variables dicotómicas por industria ya que este signo dista de trabajos como Harrison y otros (2005) y Benavente y Lauterbach (2008). Como se hizo notar en la Tabla 2, la productividad laboral de las empresas no innovadoras disminuyó en 18.9%; por lo tanto, se justifica el valor positivo de la constante pues, como se mencionó en la Sección II, la constante representa el cambio en la eficiencia productiva (en valor negativo) de los productos no innovadores, y al presentarse en signo negativo por la disminución de productividad, los valores negativos producen el efecto positivo. Es importante resaltar que una vez que se incluyen las variables dicotómicas por industria, el efecto de la constante recupera el signo deseado, evidenciando la importancia de añadir variables de control para corregir efectos heterogéneos de cada sector de la muestra en los resultados.

Efectos de la innovación en producto y proceso hacia el empleo

Ahora, se incorpora a la regresión de la Tabla 4 la variable independiente sólo proceso (innovación en proceso), de modo que se completa el modelo econométrico de la expresión (7) y los resultados se muestran en la Tabla 5. Este modelo posibilita, al igual que el anterior, evaluar el efecto de la innovación en producto al crecimiento del empleo que no esté relacionado con una mayor producción de productos antiguos; sin embargo, a diferencia del estimado en la Tabla 4, también permite encontrar el impacto de una innovación en proceso en la demanda de trabajo en la firma.

En la Columna A se presenta los resultados por MCO. El valor del coeficiente del crecimiento de ventas por producto nuevo representa una estimación de la eficiencia relativa de la producción entre productos nuevos y antiguos. Este valor de +0.59% es significativo al 1% de nivel de significancia y es menor a la unidad, indicando así que los productos nuevos se producen de manera más eficiente a los antiguos y se crea empleo, aunque menor a la unidad. Asimismo, el efecto de la variable “solo proceso” es -0.4% y es estadísticamente significativa al 1%. Ello indica que la incorporación de una innovación en proceso impacta negativamente en el crecimiento laboral de la empresa que no provenga de cambios en el crecimiento de ventas por producto antiguo. Ambos resultados son robustos debido a que los coeficientes de la innovación en producto y proceso no cambian de manera abrupta cuando se incorporan variables dicotómicas por industria.

Tabla 5. Efecto de innovación en producto y proceso hacia el empleo

Variables	A: OLS		B: VI ¹		C: VI ²	
Crec. ventas innov. producto nuevo	0.585*** (0.0128)	0.586*** (0.012)	0.631*** (0.0183)	0.668*** (0.019)	0.634*** (0.0176)	0.665*** (0.018)
Solo proceso	-0.402*** (0.0233)	-0.488*** (0.027)	-0.382*** (0.0240)	-0.452*** (0.027)	-0.381*** (0.0238)	-0.454*** (0.027)
Constante	0.155*** (0.0168)	-0.068*** (0.023)	0.142*** (0.0180)	-0.095*** (0.025)	0.142*** (0.0178)	-0.094*** (0.025)
Observaciones	8,844	8,844	8,844	8,844	8,844	8,844
R-cuadrado	0.293	0.349	0.292	0.345	0.292	0.346
Dummies por industria	No	Si	No	Si	No	Si
Test de endogeneidad (p-value) ³			0.0043	0.000	0.0019	0.000
Test de instrumentos débiles ⁴			4619>16	5130>16	3016>19	2275>13
Test de sobre-identificación (p-value) ⁵					0.5066	0.5439

Notas: Variable dependiente: $l - (g_1 - \pi_1)$. Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. Todas las regresiones incluyen variables de control de número de “cites” por región y ratio “inversión/ventas”.

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

¹Único instrumento usado es (0/1) “apoyo público a la innovación”.

²Instrumentos usados son “apoyo público a la innovación” y (0/1) “si se encuentra en Lima o Callao”.

³Hipotesis nula: la variable independiente es exógena (no se justifica uso de variables instrumentales).

⁴Hipotesis nula: los instrumentos son débiles.

⁵Hipotesis nula: los instrumentos son válidos (cumplen ortogonalidad).

En la Columna B, se presenta la estimación por variables instrumentales para recuperar el supuesto de exogeneidad debido a la correlación entre el crecimiento de las ventas por haber innovado en producto y la inflación, éste último presente en el término de error. El instrumento usado es la variable discreta que representa si la empresa obtuvo o no apoyo público como fuente de idea para incorporar una innovación.

El coeficiente que acompaña la variable de crecimiento de ventas por producto nuevo presenta un impacto de 0.63%, mayor al de la regresión por MCO (0.59%). Ello indica que la regresión por VI ahora sí recupera el supuesto de exogeneidad debido a que elimina el efecto de inflación que restaba a la variable crecimiento de las ventas por innovación en producto; por lo tanto, la creación de empleo ahora es mayor al de la Columna A. Adicionalmente, persiste evidencia de que la eficiencia en la fabricación de productos

nuevos es mayor al de productos antiguos, debido a que el coeficiente que acompaña a la variable de innovación en producto (0.63%) sigue siendo menor a la unidad. Finalmente, el resultado es robusto porque no presenta cambio en los coeficientes estimados cuando se incorporan variables dicotómicas por industria.

Con respecto a la variable innovación en solo proceso, se encuentra un coeficiente de -0.38%, significativo al 1% y mayor al presentado en la estimación por MCO (-0.40%). Este resultado revela, al igual que en el caso de innovación en producto, la mejora en el supuesto de exogeneidad en los resultados por la exclusión del efecto de inflación. Por lo tanto, el efecto de destrucción de puestos de trabajo ahora es menor al de la Columna A. Ambos resultados son robustos debido a que no exhiben un cambio súbito al momento de implementar variables dicotómicas por industria (0.70%). Además, el instrumento usado en la Columna B cumple con las condiciones de exogeneidad y relevancia.

En la Columna C se añade una variable instrumental adicional para sobre-identificar la regresión. Esta variable es dicotómica y representa si la empresa se encuentra operando en Lima Metropolitana o en el Callao. De un lado, el impacto de la innovación en producto al crecimiento del empleo de la Columna C en comparación a la Columna B es similar (0.631% y 0.634%, respectivamente). De otro lado, el impacto de la innovación en proceso al crecimiento del empleo en la Columna C es también muy parecido (-0.381% y -0.382%, respectivamente). Por lo tanto, existe evidencia de consistencia en los coeficientes tanto de la innovación en producto como de la innovación en proceso con respecto al nivel de empleo. Es preciso mencionar que los instrumentos usados pasan satisfactoriamente las condiciones de exogeneidad, relevancia y ortogonalidad.

Como se mencionó previamente, el valor positivo de la constante se justifica por la pérdida de la productividad o eficiencia en la producción de las empresas no innovadoras plasmado en la Tabla 2. El signo propio del modelo es negativo y se presenta en la expresión (5), pues se asume que hubo aumento en la productividad de productos no innovadores y ese aumento en la eficiencia de producción impacta negativamente al empleo. La estructura de la base de datos peruana arroja un efecto opuesto y, por ello, se obtiene el signo opuesto (positivo). Sin embargo, se recupera el signo deseado una vez se incluye las variables binomiales por industria, constatando la importancia de su inclusión en los resultados.

En comparación a los resultados de Harrison y otros (2008), el impacto del crecimiento de ventas por innovación en producto nuevo es relativamente menor, pues su investigación arroja un resultado entre 0.77% y 0.86% para MCO y 0.89% y 1.02% para VI. Por el lado de la investigación de Benavente y Lauterbach (2008), el resultado es menor, 0.4% para MCO y 0.6% para VI. Luego, en comparación con la innovación en sólo proceso, el impacto del estudio de Harrison y otros (2005) es sustancialmente mayor, pues presenta un impacto no significativo al 10% entre -8.49% y 0.30% para MCO y entre -6.19% y 2.46%

para VI. Por el lado de Benavente y Lauterbach (2008), presentan un coeficiente no significativo al 10% de +0.133% para MCO y +0.132% para VI.

Interacción entre innovación en producto y proceso en el empleo

Las innovaciones en producto y en proceso forman parte de un mismo proceso productivo, por lo tanto, es razonable plantear la existencia de sinergias mutuas entre ellas. En términos específicos, es de interés conocer si la innovación en proceso tiene como objetivo principal la producción de productos antiguos o nuevos (Harrison y otros, 2008). La expresión estimada en la sección anterior se extiende para incorporar efectos de interacción entre los dos tipos de innovación.

En primer lugar, se presenta los estimados considerando los dos tipos de innovación. Se destaca que el coeficiente de la variable de las empresas que realizaron tanto innovación en producto como en proceso es no significativa (-0.02%), aparentemente sugiriendo que la innovación en proceso no está relacionada con la producción de productos antiguos y probablemente esté dirigida mayormente a los productos nuevos. Sin embargo, cuando se incorporan las variables discretas por industria, la significancia resulta del 1%. Debido a la falta de consistencia, estos resultados no resuelven claramente la interrogante de si las empresas innovan en proceso para seguir fabricando productos antiguos de manera más eficiente.

En la Columna B se considera la interacción entre la innovación en producto y proceso con el crecimiento de ventas de productos nuevos. Mediante esta especificación se permite que la productividad en la producción de productos nuevos sea diferente para las empresas que también introducen innovación. Al ser el coeficiente de la variable de interacción significativa (-0.135% en la columna B), se corrobora que ante una mayor productividad de las empresas que introducen nuevos productos e innovan se generan mayores niveles de empleo en comparación a las empresas que no innovan. Este resultado es robusto aún si se incorporan efectos fijos por industria.

Tanto en la Columna A como en la Columna B, los efectos por separado del crecimiento de las ventas por innovación en producto y la innovación en sólo proceso son robustos independientemente de si se controla por efectos fijos por industria. Con respecto a la Columna A, los coeficientes de la innovación en producto son 0.66% y 0.71%, ambos menores a la unidad y por tanto se continúa con la superioridad en la productividad de productos nuevos sobre los antiguos; en relación a la innovación en proceso, los efectos son de -0.38% y -0.45%, sugiriendo la consistencia del desplazamiento de empleo por capital físico. En correspondencia a la Columna B, los impactos de la innovación en producto son 0.74% y 0.81%; de igual manera, los impactos son menores a la unidad y por ende se evidencia mayor eficiencia en la producción de productos nuevos en comparación a los antiguos. Con respecto a la innovación en proceso, los coeficientes son -0.37% y -0.44%, lo que corrobora su efecto destructivo del nivel de empleo.

En comparación a los resultados de Harrison y otros (2005), el coeficiente de la variable innovación en producto y proceso de la Columna A, es 2.03% en promedio, mayor a lo presentado en este estudio y no significativo al 10%. Con respecto al trabajo de Benavente y Lauterbach (2008), el coeficiente es aún menor, -0.002%, también no significativo al 10%. Ello sugiere, para ambos estudios, que la innovación en proceso puede no impactar en la mejora de productividad para los productos antiguos.

Con respecto al impacto de las ventas por innovación en producto de la Columna B, Harrison y otros (2005) presenta un impacto de 5.7% en negativo y no significativo, ello sugiriendo para su trabajo, que se produce de manera más eficiente los productos antiguos que los nuevos. Para el caso de Benavente y Lauterbach (2008), también presentan un coeficiente mayor a la unidad, concluyendo en lo mismo.

Tabla 6. Interacción entre innovación en producto y proceso

Variable	A: VI ¹		B: VI ²	
Crec. ventas invv. producto nuevo	0.658*** (0.0203)	0.706*** (0.021)	0.744*** (0.051)	0.809*** (0.049)
Solo proceso	-0.379*** (0.0237)	-0.450*** (0.027)	-0.373*** (0.0243)	-0.441*** (0.028)
Proceso y producto	-0.0237 (0.0144)	-0.042*** (0.015)		
Crec. ventas invv. producto * innovación producto y proceso			-0.135*** (0.0484)	-0.187*** (0.045)
Constante	0.142*** (0.0179)	-0.091*** (0.025)	0.141*** (0.0177)	-0.092*** (0.025)
Observaciones	8,844	8,844	8,844	8,844
R-cuadrado	0.290	0.342	0.287	0.338
Dummies por industria	No	Si	No	Si
Test de endogeneidad (p-valor) ⁴	0.0001	0.000	0.0015	0.000
Test de instrumentos débiles ⁵	1542>19	1092>13	408>19	369>13
Test de sobre-identificación (p-valor) ⁶	0.682	0.2712	0.7739	0.0515

Notas: Variable dependiente: $l - (g_1 - \pi_1)$. Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. Todas las regresiones incluyen variables de control de número de "cites" por región y ratio "inversión/ventas".

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

¹Instrumentos usados son "apoyo público a la innovación" y (0/1) "si se encuentra en Lima o Callao".

²Instrumentos usados son "apoyo público a la innovación" y (0/1) "si se encuentra en Lima o Callao" y ambas interactúan con "innovación en producto y proceso".

³Covarianza entre los parámetros "crecimiento de ventas por innovación en producto nuevo" y "crecimiento de ventas por innovación en producto nuevo * innovación en producto y proceso" es 0.23.

⁴Hipotesis nula: la variable independiente es exógena (no se justifica uso de variables instrumentales).

⁵Hipotesis nula: los instrumentos son débiles

⁶Hipotesis nula: los instrumentos son válidos (cumplen ortogonalidad)

Análisis de robustez

Los resultados destacados líneas arriba representan efectos promedio. A continuación se realiza un análisis de robustez considerando la heterogeneidad observable de las firmas. Los niveles de heterogeneidad considerados en este estudio son el tamaño de empresa, la capacidad tecnológica y estructura de calificación de la mano de obra que presente. Estos niveles de desagregación se incorporan mediante variables artificiales en la regresión que se presenta en la Columna B de la Tabla 5, recordar que esta especificación es la más completa, además esta contiene variables instrumentales y controles por efectos fijos a nivel de industria, elementos que permiten identificar mejor a la expresión (7).

Rol del Tamaño de empresa

La innovación tiene efectos en el empleo que difieren según el tamaño de la empresa, siendo el efecto mayor en las empresas grandes (0.32% para micro empresa, 0.947% para pequeña empresa y 1.172% para la mediana y gran empresa). La explicación se debe a que a medida que una empresa se desarrolla y aumenta de tamaño, tiene mayor capacidad de implementar políticas de Investigación y Desarrollo, lo cual otorga una mayor probabilidad de introducir una innovación en producto mediante la mejora significativa o creación de productos en el mercado de la industria. La política de I+D impulsa la contratación de empleo y este impulso será mayor a medida que la empresa crezca por las economías de escala presentes en las grandes empresas. Además, es preciso mencionar que la nueva demanda de mano de obra requerirá fuerza de trabajo de mayor calidad, por lo que se puede argumentar que a medida que una empresa crece, su estructura de calificación de mano de obra cambia, reemplazando mano de obra no calificada por calificada (Álvarez y otros, 2011; Crespi y Tacsir, 2012).

Tabla 7. Innovación en producto y proceso según tamaño de empresa

Columna	VI ¹			
Variabes	Todas	Micro	Pequeña	Mediana- Grande
Crec. ventas innv. producto nuevo	0.668*** (0.019)	0.327*** (0.057)	0.947*** (0.018)	1.172*** (0.041)
Solo proceso	-0.452*** (0.027)	-0.346*** (0.054)	-0.286*** (0.026)	0.051 (0.050)
Constante	-0.095*** (0.025)	0.824*** (0.058)	-0.208*** (0.028)	-0.013 (0.048)
Observaciones	8,844	8,844	8,844	8,844
R-cuadrado	0.345	0.296	0.500	0.554
Dummies por industria	Si	Si	Si	Si
Test de endogeneidad (p-valor) ²	0.000	0.001	0.000	0.000
Test de instrumentos débiles ³	5130.6>16.38	233.54>16.38	5023.94>16.38	979.81>16.38

Notas: Variable dependiente: $1 - (g_1 - \pi_1)$. Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. Todas las regresiones incluyen variables de control de número de “cites” por región y ratio “inversión/ventas”.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

¹Único instrumento usado es (0/1) “apoyo público a la innovación”.

²Hipotesis nula: la variable independiente es exógena (no se justifica el uso de variables instrumentales).

³Hipotesis nula: los instrumentos son débiles.

En relación al impacto de la innovación en proceso, el efecto de sustitución se va desvaneciendo a medida que la empresa crece (-0.346% para micro empresa, -0.286% para pequeña empresa y +0.051% para la mediana y gran empresa, éste último no significativo al 10% mientras que los dos primero significativos al 1%). Ello es consistente con la teoría de que una empresa de menor tamaño tiene mayor interés en innovar en procesos con el objetivo de buscar mayor eficiencia inmediata en su producción. A medida que va creciendo, su impacto en el producto marginal va disminuyendo debido a la convergencia en la saturación de su capacidad instalada. Dado cierto punto de crecimiento, la única forma de seguir creciendo es innovar en una fuente alterna de mejora productiva: la innovación en producto (Álvarez y otros, 2011; Crespi y Tacsir, 2012).

Rol de la capacidad tecnológica y calificación de la mano de obra

La base de datos permite identificar la capacidad tecnológica de la empresa y la calificación de la mano de obra, esto datos permiten ver si los efectos de la innovación sobre el empleo difieren en estas características observables de las firmas.

Los efectos de la innovación sobre el empleo a medida que la empresa tienen alta tecnología son robustos en todos los casos (innovación en producto y proceso, 0.617% y -0.484%, respectivamente para la empresa con baja tecnología; en contraste a un +0.959% y -0.234% para la empresa altamente tecnológica). Una empresa con escasez de tecnología crea menor empleo si decide innovar en producto y destruye más si decide innovar en proceso. Una empresa con alta capacidad tecnológica, teniendo en cuenta el que probablemente tenga un departamento de I+D, tendrá mayor probabilidad de innovar en producto y de innovar más veces, ello crea puestos de trabajo. Si decide innovar en proceso, probablemente no surtirá algún impacto contundente en la productividad de la empresa, pues debe tenerse en cuenta que la empresa ya es tecnológicamente competitiva. Es importante tomar en cuenta que comúnmente las empresas en países emergentes, como el Perú, las innovaciones en procesos sólo significa la importación de tecnología ya existente a nivel mundial, en estos países no se crea nueva tecnología que pueda brindarles ventajas comparativas con respecto al mercado mundial (Cirera y otros, 2015).

Tabla 8. Innovación en producto y proceso según capacidad tecnológica y calificación de la mano de obra

Columna	VI ¹			
Variables	Todas	Baja	Alta	No Calificado

		tecnología	tecnología	calificado	
Crec. ventas invv. producto nuevo	0.668*** (0.019)	0.617*** (0.019)	0.959*** (0.062)	0.677*** (0.018)	0.673*** (0.020)
Solo proceso	-0.452*** (0.027)	-0.484*** (0.030)	-0.234*** (0.047)	-0.446*** (0.027)	-0.186*** (0.031)
Constante	-0.095*** (0.025)	-0.069*** (0.026)	-0.087*** (0.073)	-0.099*** (0.025)	0.150*** (0.018)
Observaciones	8,844	7,484	1,360	8,782	6,537
R-cuadrado	0.345	0.375	0.156	0.347	0.343
Dummies por industria	Si	Si	Si	Si	Si
Test de endogeneidad (p-valor) ²	0.000	0.0579	0.000	0.000	0.000
Test de instrumentos débiles ³	5130.6>16.4	4753.6>16.4	537.1>16.4	5234.7>16.4	4069.9>16.4

Notas: Variable dependiente: $1 - (g_1 - \pi_1)$. Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. Todas las regresiones incluyen variables de control de número de "cites" por región y ratio "inversión/ventas".

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

¹Único instrumento usado es (0/1) "apoyo público a la innovación".

²Hipotesis nula: la variable independiente es exógena (no se justifica el uso de variables instrumentales).

³Hipotesis nula: los instrumentos son débiles.

Con respecto a la estructura de calificación de mano de obra, los resultados verifican las conclusiones de la Tabla 7 y de la segunda y tercera columna de la Tabla 8. La innovación en producto crea puesto de trabajo, independientemente de la estructura de calidad de mano de obra que presente la empresa. Si una empresa pequeña (con abundante mano de obra no calificada) innova en producto, la demanda de mano de obra se impulsa, tanto no calificada (0.677%) para la fabricación del producto innovador, como calificada (0.673%) para continuos mejoramientos del producto o creación de uno nuevo. En relación a la innovación en proceso, el impacto de una innovación en proceso desplaza mucha más mano de obra no calificada (-0.446%) que calificada (-0.186%), ello es consistente con los resultados de la Tabla 8 y de la segunda y tercera columna de la Tabla 9.

Finalmente, se muestra en la Tabla 9 un resumen de resultados para constatar los resultados señalados. Las conclusiones son consistentes, a medida que la empresa crece y se desarrolla, el impacto de la innovación en producto se incrementa y en todos los casos siempre crea nuevos puestos de empleo. Mientras que la innovación en proceso va perdiendo efecto a medida que las empresas van creciendo y convergen a un estado de saturación de capital físico.

Tabla 9. Capacidad tecnológica y calificación de la mano de obra por tamaño de empresa

Columna		VI ¹											
Variables	Todas	Baja Tecnología			Alta Tecnología			No Calificado			Calificado		
		Micro	Pequeña	Mediana-Grande	Micro	Pequeña	Mediana-Grande	Micro	Pequeña	Mediana-Grande	Micro	Pequeña	Mediana-Grande
(1)	0.67	0.24	0.85	1.12	-0.50	0.89	1.33	0.30	0.86	1.17		0.74	1.17
	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
(2)	-0.45	-0.34	-0.31					-0.38	-0.28				
	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO

Notas: Variable dependiente: $1 - (g_1 - \pi_1)$. Los errores estándar son robustos a heterocedasticidad. Todas las regresiones incluyen variables de control de número de "cites" por región y ratio "inversión/ventas". (1): Crecimiento de las ventas por producto nuevo y (2): Innovación en solo proceso. SI o NO indican si el coeficiente obtenido es significativo al 1% o no.

7. Conclusiones y recomendaciones políticas

El presente estudio evalúa el impacto de la innovación en producto y en proceso sobre el crecimiento del empleo en la industria manufacturera peruana durante los años 2012-2014. Para ello se usó la base de datos recogida por el INEI publicada en la ENIIM (2015).

Se encontró que la innovación en producto impacta positivamente al crecimiento del empleo en 0.67%, y robusto si se le agrega variables discretas por industria. Este resultado indica la prevalencia del efecto de complementariedad al de sustitución para la innovación de producto con respecto al nivel de empleo. Además, el impacto es menor a la unidad, ello supone un alto crecimiento de la productividad laboral asociada a la incorporación de productos nuevos en las empresas peruanas (Benavente y Lauterbach, 2008).

Con respecto a la inclusión de la innovación en proceso, el impacto es -0.45%, significativo al 1% y robusto a la implementación de variables dicotómicas en la regresión. Este resultado señala la predominancia del efecto de sustitución sobre el de complementariedad de la innovación en proceso sobre el nivel de empleo. El efecto de sustitución mencionado anteriormente puede ejemplificarse en la situación clásica de incorporación de maquinaria o capital físico en reemplazo de mano de obra usualmente no calificado.

Por el efecto de interacción, se puede señalar que el incremento de la productividad de aquellas empresas que innovaron en proceso se debe principalmente a la incorporación de productos nuevos, ello debido a que la interacción entre el crecimiento de las ventas por haber innovado y la innovación en producto y proceso (co-innovación) es significativa al 1% e impacta en -0.14% y -0.18% según las inclusiones o no de variables discretas según industria.

Cuando se evalúan los efectos de la innovación en producto y proceso por diferentes niveles como el tamaño de empresa, la capacidad tecnológica o la calificación de la mano de obra de una empresa, los resultados corroboran consistencia. A medida que una empresa crece y se desarrolla, tiene mayor probabilidad e interés de innovar en producto debido a una mayor inversión en I+D, ello contribuye a la creación de empleo. El efecto positivo por demanda de empleo cuando se innova en producto es indiferente al tamaño, capacidad tecnológica o estructura de calificación de mano de obra; sin embargo, el efecto se amplifica a medida que la empresa prospera. En relación a la innovación en proceso, a medida que una empresa eleva su capacidad competitiva, el efecto de la incorporación de maquinaria nueva va perdiendo impacto; sin embargo, es necesario disminuir el brutal efecto de desplazamiento de empleo cuando una micro o pequeña empresa decide innovar en proceso.

Como se ha encontrado en la presente investigación, la innovación en producto siempre genera un incremento en el empleo; por lo tanto, dado que el efecto positivo de la innovación en producto con respecto al nivel de empleo es positivo independientemente

del tamaño de la empresa (ya sea micro, pequeña, mediana o gran empresa), las políticas públicas no deberían enfocarse en los efectos de la innovación en producto hacia el nivel de empleo, sino en cómo lograr que las empresas más pequeñas innoven más y aprovechen dicho efecto positivo en su crecimiento potencial (Álvarez y otros, 2011). Una herramienta sumamente vital para incrementar la innovación es un mayor acceso al crédito para I+D y las mejoras en las regulaciones tributarias y laborales (BID, 2010). Estas políticas deben ser implementadas de manera conjunta y sostenidas en el mediano y largo plazo.

Respecto al efecto negativo de la innovación en proceso sobre el empleo, este requiere un mayor análisis. Dado que este tipo de innovación desplaza un alto nivel de capital humano no calificado, las políticas públicas se podrían enfocar en mejorar la calidad del capital de trabajo mediante la capacitación laboral y así reducir tal desmesurado impacto (Álvarez y otros, 2011). Al respecto, un instrumento útil es el entrenamiento en el trabajo u *On-the-Job-Training* (OJT por sus siglas en inglés), el cual consiste en que las propias empresas sean las que entrenen a sus trabajadores a través de incentivos gubernamentales, como la reducción en el pago de impuestos (González-Velosa, Rosas y Flores, 2016).

Finalmente, el gobierno necesita promover la publicidad de los programas de ayuda pública que ofrece. Del total de empresas, cerca del 50% de las empresas en el Perú no conocen de cuáles son los programas de apoyo a la innovación que el Estado brinda. De estas empresas que conocen, cerca del 9% son las empresas que postulan y solo 7.3% de estas son las que llegan a acceder a este tipo de programas. Por lo tanto, el Estado debe incrementar el apoyo a la innovación de las empresas vía subvenciones, como los servicios tecnológicos de los CITEs (capacitación, servicios de laboratorio, asistencia técnica, información) o los programas de asistencia técnica para la adopción de tecnología y gestión empresarial.

Bibliografía

- Aboal, D., & Garda, P. (2016). Technological and non-technological innovation and productivity in services vis-à-vis manufacturing sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, 25(5), 435-454.
- Alvarez, R., Benavente, J. M., Campusano, R., & Cuevas, C. (2011). *Employment generation, firm size, and innovation in Chile*. Inter-American Development Bank.
- Antonucci, T., & Pianta, M. (2002). Employment effects of product and process innovation in Europe. *International Review of Applied Economics*, 16(3), 295-307.
- Baum, C. F., Lööf, H., Nabavi, P., & Stephan, A. (2017). A new approach to estimation of the R&D–innovation–productivity relationship. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(1-2), 121-133.
- Benavente, J. M., & Lauterbach, R. (2008). Technological innovation and employment: complements or substitutes? *The European Journal of Development Research*, 20(2), 318-329.
- Bravo-Ortega, C., Benavente, J. M., & González, Á. (2014). Innovation, exports, and productivity: Learning and self-selection in Chile. *Emerging Markets Finance and Trade*, 50(sup1), 68-95.
- Chennells, L., & Van Reenen, J. (1999). *Has Technology Hurt Less Skilled Workers?: An Econometric Survey of the Effects of Technical Change on the Structure of Pay and Jobs*. London: Institute for Fiscal Studies.
- Cirera, X., Marin, A., & Markwald, R. (2015). Explaining export diversification through firm innovation decisions: The case of Brazil. *Research Policy*, 44(10), 1962-1973.
- Crespi, G., & Tacsir, E. (2011, September). Effects of innovation on employment in Latin America. In *Science and Innovation Policy, 2011 Atlanta Conference on* (pp. 1-11). IEEE.
- Crowley, F., & McCann, P. (2015). Innovation and productivity in Irish firms. *Spatial Economic Analysis*, 10(2), 181-204.
- De Fuentes, C., Dutrenit, G., Santiago, F., & Gras, N. (2015). Determinants of innovation and productivity in the service sector in Mexico. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(3), 578-592.
- Di Cintio, M., Ghosh, S., & Grassi, E. (2017). Firm growth, R&D expenditures and exports: An empirical analysis of Italian SMEs. *Research Policy*, 46(4), 836-852.
- Falk, M., & Seim, K. (2001). Workers' skill level and information technology: a censored regression model. *International Journal of Manpower*, 22(1/2), 98-121.
- Falk, M., & Seim, K. (2001). The impact of information Technology on high-skilled labor in services: Evidence from firm-level panel data. *Economics of Innovation and New Technology*, 10(4), 289-323.

- Gallego, J. M., Gutiérrez, L. H., & Taborda, R. (2015). Innovation and productivity in the Colombian service and manufacturing industries. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(3), 612-634.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford review of economic policy*, 22(4), 483-498.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., & Peters, B. (2005). Does innovation stimulate employment. *A Firm-level Analysis Comparable Micro Data from Four European Countries*.
- Jaumandreu, J. (2003). Does innovation spur employment? A firm-level analysis using Spanish CIS data. *Universidad Carlos III de Madrid*, 17(4), 813-839.
- Kaiser, U. (2000). New technologies and the demand for heterogeneous labor: firm-level evidence for the German business-related service sector. *Economics of Innovation and New Technology*, 9(5), 465-486.
- Kaiser, U. (2001). The impact of foreign competition and new technologies on the demand for heterogeneous labor. *Review of Industrial Organization*, 19(1), 109-120.
- Klette, J., & Førre, S. E. (1998). Innovation and job creation in a small open economy—evidence from Norwegian manufacturing plants 1982–92. *Economics of Innovation and New Technology*, 5(2-4), 247-272.
- Loayza, N. (2008). Causas y consecuencias de la informalidad en el Perú. *Revista Estudios Económicos*, 15, 43-64.
- Lööf, H., Mairesse, J., & Mohnen, P. (2017). CDM 20 years after.
- Mastrostefano, V., & Pianta, M. (2009). Technology and jobs. *Economics of innovation and new technology*, 18(8), 729-741.
- Meriküll, J. (2010). The impact of innovation on employment: firm-and industry-level evidence from a catching-up economy. *Eastern European Economics*, 48(2), 25-38.
- Nolazco, J. (2018). *Efectos entre innovación, productividad y actividad exportadora: un análisis de las empresas manufactureras peruanas*. Universidad de Lima, Instituto de Investigación Científica.
- Peters, B. (2004). Employment effects of different innovation activities: Microeconomic evidence.
- Yasar, M., Nelson, C. H., & Rejesus, R. (2006). Productivity and exporting status of manufacturing firms: Evidence from quantile regressions. *Review of World Economics*, 142(4), 675-694.