

**Análisis de la influencia de PhDs en la Propensión a innovar de las empresas manufactureras españolas en el periodo 2007-2015.**

**Autor:**

**Roy Franco Barrios Castillo.**

**Trabajo de Grado para Optar por el Título de Economista.**



**Asesor:**

**José Luis Polo Otero, Departamento de Economía, Universidad del Norte**

**División de Humanidades y Ciencias Sociales  
Instituto de Estudios Económicos del Caribe  
Departamento de Economía  
Barranquilla, Colombia  
2018**

## **Abstract**

*El presente trabajo tuvo como objetivo identificar el impacto que tienen los PhDs, pertenecientes a los departamentos de I+D, sobre la propensión a innovar en procesos, productos y servicios de las empresas manufactureras de España durante el periodo 2007-2015. Los microdatos fueron obtenidos de PITEC y mediante un modelo probit para panel de datos, se observó un impacto positivo en la innovación en procesos después de haber incluido un PhD en el año anterior. En cuanto a la innovación en productos, el resultado es interesante, debido a que contar o haber contado con un PhD en actividades de I+D muestra aumentos en la propensión a innovar en comparación con las empresas que no cuentan o han contado con un PhD en el mismo. Finalmente, los resultados para la innovación en servicios son similares a los hallados en la innovación en productos.*

**Palabras claves:** innovación en servicios, innovación en productos, innovación en procesos, PhD, cooperación, I+D.

**Códigos JEL:** O31, O32, O38

## **1. Introducción.**

Los PhDs están caracterizados por tener el nivel educativo más alto y son los encargados de liderar procesos investigativos y de innovación de acuerdo a la OECD (2007). Dado el consenso que existe entre académicos, los cuales afirman que la ciencia, tecnología y la innovación tienen un rol importante en el crecimiento económico; los PhDs se convierten en una alternativa para alcanzar una economía más productiva. Polo (2014) destaca que, Colombia ha buscado aumentar la oferta de PhDs en el país. Para ello, ha ejecutado una política que les permita a más personas acceder a estudios de doctorado a través de algún tipo de ayuda en la financiación. Por ejemplo, se muestra que, en 2011, se concedieron 836 becas, créditos y becas-créditos para diferentes estudios doctorales. Cabe resaltar que, 61% de estos aportes fueron otorgados para estudios de doctorado en el exterior.

El caso español es un interesante punto de partida para estudiar el impacto que ha tenido la contratación de PhDs en las empresas manufactureras de este país ya que en España se cuenta con una política para fomentar la innovación que data de muchos más años que el proceso colombiano.

Por otro lado, existe la idea errónea que, los PhDs se dedican simplemente a labores académicas sin tener gran influencia en otros sectores del mercado laboral. El INE (2008) da a conocer que en España el 16% de los PhDs trabajan en el sector privado. Sin embargo, con el aumento de la oferta de PhDs, las principales universidades no son capaces actualmente de reclutar la totalidad de nuevos doctores (Beltramo et al., 2001) haciendo que el sector privado capture más PhDs. Además, García, Mas & Polo (2012) argumentan que una economía global focalizada en el conocimiento ha generado mayores posibilidades para los PhDs de ser contratados por el sector privado. Para Paredes (2013), las firmas han empezado a notar la importancia que tiene el capital humano sobre los procesos de innovación que pueden impulsar sus niveles de rentabilidades.

Según Mohnen & Röller (2005), la contratación de PhDs por parte del sector privado tiene como objetivo la ejecución de proyectos de investigación e innovación. La contratación de

capital humano altamente calificado es un factor clave para realizar un proceso de innovación exitoso.

Asimismo, la contratación de un PhDs está determinada según García et., al (2012) por tres factores: 1) cooperación entre universidad y empresa, 2) actividades de I+D y 3) características particulares de la empresa. La cooperación entre universidad y empresa permite lograr de mejor manera los objetivos proyectados en el campo social y económico, impulsando la ejecución de nuevos procesos de innovación y aprendizajes (Vega, 2016).

El segundo factor está relacionado con las actividades de I+D desarrolladas por la empresa. Aquellas que presentan un mayor nivel en actividades de I+D cuentan con un departamento asignado para I+D y designan gran parte de sus investigaciones al desarrollo de nuevos productos y los PhDs son los encargados de liderar estos procesos de innovación dentro de la empresa, así lo afirman García et., al. (2012)

Por último, las características particulares de las empresas son determinantes para la demanda de PhDs por parte del sector privado, por ejemplo, el tamaño y edad de la firma pueden influenciar en la decisión de contratación de los mismos por parte las empresas. Esta investigación se enfocará en las características particulares de la empresa que llevan a la contratación de los PhDs por parte del sector privado.

El objetivo del artículo es determinar el efecto que generan los PhDs sobre la propensión a innovar de las empresas industriales de España. Específicamente, se analizara si la inclusión de PhDs en las empresas manufactureras españolas aumenta la propensión de estas a innovar. Para ello, se utilizara la información del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) que nos ofrece el Instituto Nacional de Estadísticas de España (INE) que cuenta con datos panel para más 12000 empresas.

Lo que resta del documento está organizado de la siguiente manera: En la segunda y tercera sesión se presenta la revisión de literatura y planteamiento del marco teórico que fundamenta la investigación. En la cuarta y quinta parte se trataran los aspectos metodológicos y resultados del análisis econométrico realizado. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## **2. Marco Teórico.**

### **2.1 Características particulares de la empresa.**

La contratación de PhDs por parte de las empresas está dada por 3 factores primordiales: la cooperación entre el sector privado y universidades, las actividades de I+D de las empresas y características de las empresas (Polo, 2014). Esta última variable está determinada por el tamaño, sector económico, productividad y edad de la empresa.

Múltiples estudios han demostrado que las empresas de edad avanzada o gran tamaño tienden a realizar procesos de innovación. Sorensen & Stuart (2000) demuestran que existe una correlación positiva entre el envejecimiento de las empresas y su nivel de innovación. Además señalan que la capacidad de absorción<sup>1</sup> por parte de la empresa está relacionada con la acumulación de fondos de conocimientos por parte de las empresas, lo anterior, es más factible cuando una empresa tiene una mayor edad en el mercado.

La propensión a encontrar PhDs en el sector privado aumenta a causa de los fondos públicos obtenidos en el pasado, cooperación con universidades junto a la edad y el tamaño de la empresa (Herrera & Nieto, 2013).

En la actualidad, la innovación es importante para el crecimiento económico y competitividad de las empresas (Álvarez & García, 2012); debido a que el sector privado lleva a cabo procesos de innovación para recibir grandes beneficios económicos y aumentar la divergencia en la rentabilidad con respecto a sus competidores (Geroski, Machin & Van Reenen, 1993). Además, Geroski et al., (1993) encuentran que las empresas que innovan aumentan su cuota de mercado con respecto a las que no innovan.

Leiponen (2005) concluye que los procesos de innovación son exitosos cuando existe un buen complemento con las habilidades de los empleados gracias a su conocimiento,

---

<sup>1</sup> La capacidad de absorción Zhara y George (2002) la definen como una capacidad dinámica que puede generar y conservar una ventaja competitiva gracias a la invención y ejecución de conocimiento.

generando rentabilidades a la firma. Es aquí donde los PhDs toman relevancia en la búsqueda de mayores ganancias para las firmas. Los PhDs tienen habilidades para liderar procesos de investigación y desarrollo, por lo que su rol en un proceso de innovación dentro de las empresas es trascendental (Beltramo et al., 2001).

Los PhDs son elementos importantes en los temas de investigación gracias a su nivel de conocimiento. Benefician a las empresas a través de sus capacidades para la generación de innovaciones que le permitan recibir recíprocamente rentabilidades (Polo, 2014).

## **2.2 Tipos de Innovación.**

Según la OECD (2005) existen dos tipos de innovación: innovación tecnológica e innovación no tecnológica. El primer tipo de innovación es el más conocido por las empresas e incluye innovaciones en productos y procesos, mientras que la segunda está enfocada en la innovación organizativa y de marketing.

La innovación en producto se presenta cuando existen cambios representativos en productos existentes o la creación de productos y servicios totalmente nuevos. Por su parte, la innovación en procesos simplemente se refiere a cambios relevantes en los métodos de producción y distribución (OECD, 2005).

De igual forma, la innovación organizativa se refiere a *“la puesta en práctica de nuevos métodos de organización. Estos pueden ser cambios en las prácticas de la empresa, en la organización del lugar de trabajo o en las relaciones exteriores de la empresa”* (OECD, 2005 p. 24). En relación a la innovación de marketing, se define como la búsqueda de nuevas formas de comercialización de la empresa. Esta puede implicar cambios en el diseño o envasado del marketing, ofrecer promociones en los productos y servicios para acercar más a los clientes, buscar nuevos canales de ventas del producto o servicio, y en los métodos para determinar los precios del bien (OECD, 2005).

## **2.3 Economía del Conocimiento.**

Como se mencionó anteriormente, la economía mundial está totalmente conectada, esto implica que se debe estar a la vanguardia para sobrevivir y obtener beneficios en la competencia internacional. Por esta razón, el conocimiento ha empezado a tener un rol importante en la economía.

La necesidad de la creación de nuevo conocimiento está dada por las consecuencias que ha generado la globalización y los avances en las tecnologías enfocadas en la comunicación e información (Mendoza, 2015). El conocimiento, actualmente se crea y evoluciona constantemente. Además, se ha hecho sistemático para agregarlo en los procesos de producción de bienes y servicios, ayudando en la transformación de procesos económicos y sociales (Rodríguez, 2012). Tovar (2013) menciona que el conocimiento siempre ha sido importante para el capitalismo, pero en esta nueva etapa, el conocimiento debe tener un lugar primordial en las actividades económicas; se debe evolucionar constantemente el conocimiento para así aumentar las posibilidades de generar nuevo valor en la economía. Según Foray (2004) la economía del conocimiento surgió cuando el trabajo se volvió intensivo en conocimiento y la información empezó a tener un peso significativo en el desempeño económico para las empresas.

Los países con mayores habilidades para la creación de valor mediante el conocimiento, tendrán ventaja competitiva en una sociedad donde la información es crucial. Esto se ve reflejado según Lamo de Espinosa (2001) en datos del Banco Mundial ya que más de la mitad del PIB en los países que componen la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) están basados en la creación y repartición de conocimiento. La inversión que actualmente se realiza en los países desarrollados tiene como fundamento la generación de conocimiento y no la creación de infraestructura o equipamiento (Rodríguez & Palma, 2010, p. 3).

En esta economía, la gestión del conocimiento es transcendental debido a que se pueden tomar decisiones estratégicas para la generación de ventajas competitivas sustentables para una sociedad del conocimiento (Rodríguez & Palma, 2010).

El Banco Mundial (2007) señala que el conocimiento debe ser prioridad para los países en busca del desarrollo y establece 4 pilares fundamentales para llevar a cabo este proceso: 1) La sociedad debe ser capacitada y formada con una educación de calidad. Se necesita que los trabajadores estén a la vanguardia del conocimiento y sean capaces de utilizar lo adquirido para la creación de conocimiento y nuevos valores que ayuden al sistema productivo. 2) Se debe tener una infraestructura adecuada para tener acceso a la información y las telecomunicaciones. Esto ayudará a que se tenga una comunicación, alcance y procesamiento

de la información y el conocimiento con mucha más eficiencia. 3) Un sistema de innovación eficaz: se necesita de las entidades que generen nuevos conocimientos y tecnologías para hacer uso del incremento que existe en el stock de conocimiento a nivel mundial y sean capaces de absorberlos y adaptarlos a las necesidades que existan en la sociedad. Este rol lo pueden desempeñar las empresas, centros de investigación, universidades, consultoras. 4) Un marco institucional de gobierno y negocios: el gobierno debe realizar una política institucional que incentive la creación y expansión de nuevos conocimientos y la generación de nuevos emprendimientos. Este tema abarca una amplia gama en la política pública del estado (regulaciones de comercio, financiamiento y mercados laborales). Se debe buscar la mejor forma para que se pueda llevar a cabo un proceso de economía del conocimiento (Sánchez & Ríos, 2011, p. 4).

La economía del conocimiento es un sistema complejo que va acompañado de un conjunto de procesos. Cañibano, Sánchez & Muñoz (2008) mencionan que los procesos de innovación están dados por la creación, difusión y organización, junto a los elementos y vínculos dinámicos. *“Esta combinación de componentes generan nuevos patrones de innovación, que serán reflejados en los sectores productivos de la economía”* (Mendoza, 2015 p. 16). Sin embargo, según Malerba (2002) cada sector cuenta con un proceso de innovación diferente por lo que él empieza a llamarlos sistema sectorial de innovación (SSI).

Malerba (2002) considera que el SSI está constituido por 3 elementos: base de conocimiento, agentes y redes e instituciones. La relación que se presente entre estos 3 pilares determina la forma en que cada sector innova.

El conocimiento es de vital importancia en los procesos de innovación, estos son el soporte para los cambios tecnológicos que se puedan presentar (Mendoza, 2015). Nelson (2006) menciona que los agentes y redes son una pieza clave en el SSI. El autor afirma que en la evolución de los negocios, las actividades humanas que están involucradas en los negocios están totalmente marcadas por los objetivos que ellos mismos persiguen.

Las instituciones son el tercer componente del SSI, las cuales coordinan los procesos de aprendizaje y conocimiento que se generan en la economía, del mismo modo que las acciones e interacciones que generan los agentes (Mendoza, 2015).



## **2.4 Influencia de los PhDs en la industria.**

Existe un consenso entre los investigadores acerca del impacto positivo que tiene la ejecución de procesos de innovación en la productividad de las empresas gracias a los múltiples estudios llevados a cabo. Sin embargo, en el tema de la influencia del PhD en la propensión a innovar de las empresas aún no existen muchas investigaciones al respecto.

Inicialmente, en España las tasas de los trabajadores que contaban con PhD dentro de sector laboral eran muy bajas en comparación con los países más desarrollados de la región, incluso, en el sector privado las tasas eran más preocupantes. Por esta razón, en el año 1997, la Administración General del Estado español creó un programa para incentivar a las empresas la contratación de personal con un título de doctorado. Este programa se conoció como Incorporación de Doctores a las Empresas (IDE).

Para el año 2004 se inició el proceso de evaluación del programa fomentado por el gobierno en acompañamiento con las empresas. Se analizan los resultados de la evaluación a través de las opiniones e información otorgada por los mismos favorecidos del programa. Por tanto, la evaluación está basada en encuestas y entrevistas acerca del impacto que tuvo el programa sobre las empresas participantes.

Dado lo anterior, los resultados arrojaron que la inclusión de un PhD en la empresa tuvo un efecto positivo en el éxito de los procesos de innovación dentro de las empresas. Las empresas le dieron un peso muy importante a la contratación del PhD para que se presentará un aumento en la capacidad innovadora (Cruz & Sanz, 2006).

La influencia de los PhDs en la actividad innovadora de las empresas impacto tanto la innovación en procesos como la innovación en productos. Cabe resaltar que las empresas beneficiarias ya realizaban algún proceso de innovación (alrededor del 80%), por tanto, el efecto más frecuente del PhD en la empresa era acrecentar y robustecer las actividades innovadoras. Sin embargo, los doctores también participaron en algunos registros de patentes dentro de las empresas (Cruz & Sanz, 2006).

Cruz y Sanz (2006) encuentran que el trabajo de un PhD impacta de una manera mayor cuando este puede consolidar un trabajo dentro de la empresa a lo largo de los años, es decir,

se obtuvieron mejores resultados en las actividades innovadoras de la empresa cuando el doctor permaneció mayor tiempo en la organización.

Zhaozhao He (2014) realizó un estudio que tenía por objetivo estudiar la relación entre innovación corporativa y la toma de decisiones por parte de los directivos de la empresa cuando contaban con un PhD. El autor concluyó que las empresas dirigidas por un director general (CEO) que cuenta con un PhD producen un mayor número de patentes y sus procesos de innovación son más eficientes dada una cantidad de recursos para gastos en innovación. Además, el estudio encontró que los CEOs que cuentan con PhD tienen una capacidad de innovación mayor y esto les permite transformar el conocimiento en importantes propiedades intelectuales (He, 2014). Igualmente, He y Hirshleifer encontraron que durante el periodo 1992 a 2005, las firmas que eran administradas por CEOs con título de doctorado producían patentes de mayor relevancia económica y menos común que otras empresas.

Por otro lado, Herrera y Nieto (2013) realizan un estudio donde concluyen que los PhD en los departamentos de I+D de las empresas no solo aportan en los insumos para llevar a cabo los procesos de innovación, sino que también en los resultados finales de los procesos, es decir, el logro de patentes y el desarrollo de bienes significativamente mejorados.

### **3. Revisión de Literatura.**

#### **3.1 Contextualización de la Innovación.**

Generalmente, las empresas asumen los procesos de innovación como un riesgo, por tal razón evitan el camino de innovar. Krugman (1979) afirma que deben existir relaciones de apoyo entre un conjunto de instituciones y las empresas para reducir los niveles de riesgo que conlleva la innovación. Sin embargo, anteriormente la innovación tenía otro tipo de enfoque; el concepto de innovación ha evolucionado y se ha convertido en concepto de mayor sofisticación, como se muestra a continuación.

##### **3.1.1 Innovación 1.0.**

La innovación 1.0 empezó a darse a principios del siglo XX. La búsqueda por parte de los empresarios para la creación de nuevas ideas hizo que la contratación de personal altamente calificado aumentara. Las empresas tenían la necesidad de producir y patentar nuevos productos (Mendoza, 2015).

La innovación 1.0 tuvo como objetivo la creación de departamentos de investigación dentro de las empresas. Durante este proceso las empresas empezaron a integrar la investigación, desarrollo e innovación.

Las empresas guiadas por lo que Schumpeter (1934) llamaría “innovador” y el capital humano que se contrataba, permitió los avances tecnológicos observados en ese periodo. No obstante, los procesos de innovación dentro de las empresas mostraron un proceso de desaceleración debido a los altos costos de la misma. Desde entonces, las empresas buscaron fortalecer sus lazos con otras instituciones para disminuir los costos y riesgos en los procesos de innovación (Helper et al., 2000). Las instituciones que más ayudaron a las empresas fueron las universidades gracias a que contaban internamente con personal con alto conocimiento y que podían explotar de una mejor manera las oportunidades (Mendoza, 2015).

### **3.1.2 Innovación 2.0.**

La Innovación 2.0 o modelo de la triple hélice está basada en la relación existente entre empresas, universidades y el estado. Cada una de las partes representa un aspa en este modelo de innovación que tuvo sus inicios a finales de la década de los 90s. La idea de una triple hélice se da para manifestar una alternativa al modelo de innovación que predominaba en la década de los 80s. Además, podría representar la complejidad que genera un proceso de innovación exitoso (Mendoza, 2015).

La idea del modelo de la triple hélice es la siguiente: Primero, el estado es capaz de aportar los recursos económicos necesarios para llevar a cabo las investigaciones requeridas. Por su parte, las universidades pueden ofrecer el conocimiento para liderar los procesos innovadores. Por último, las empresas son las que aportan los productos para el beneficio de la sociedad. Según Etzkowitz (2002) *“La triple hélice expresa la relación universidad-industria-gobierno como una asociación entre iguales, relativamente independientes, de esferas institucionales que se traslapan y toman el papel de las otras.”*

La relación entre universidades y empresas es bastante interesante. Chang (2010) afirma que las universidades pueden llegar a competir con las empresas gracias a su capacidad de combinar su conocimiento y la gestión. Lo anterior hace posible la capacitación a profesores,

contratación de estudiantes para que sean asistentes durante el proceso de innovación y se podrían comercializar licencias.

### **3.1.3 Innovación 3.0.**

Actualmente existen múltiples instituciones que tienen como objetivo solucionar las dificultades que se presentan en las empresas y tratar de aumentar la propensión a innovar de las mismas. Estas instituciones pueden aportar a las empresas información y recursos para un mejor desempeño.

Las consultoras, incubadoras de base tecnológica, agremiaciones sectoriales, centros de investigación, parques tecnológicos y centros de desarrollo tecnológico son instituciones que facilitan el aumento en la propensión a innovar de las empresas (Mendoza, 2015; López, Sepúlveda, & Arenas, 2010).

Dar los conceptos de la innovación tiene una gran importancia porque permite identificar el papel predominante que tiene el capital humano con alta calificación en los procesos de innovación. Como se mencionó anteriormente, en cada uno de los modelos de innovación el talento humano con alto conocimiento toma un papel principal.

### **3.2 Importancia de la Innovación.**

Como se mencionó anteriormente, la innovación es una máquina de crecimiento que beneficia a la empresa y por tanto al desarrollo de los países (Baumol, 2002). Los países desarrollados tienen grandes niveles de innovación que han ayudado a aumentar la competitividad de sus empresas. Sin embargo, en el caso latinoamericano, los niveles de inversión en ciencia y tecnología difieren con respecto a los países desarrollados. En Latinoamérica se presentan bajos niveles de inversión en I+D y una baja intensidad de la misma.

Durante las últimas décadas se han realizado estudios donde se busca confirmar si realmente la innovación puede generarle ventajas económicas a las empresas. Uno de los estudios más importantes ha sido el de Crepón, Duquet & Mairesse (1998) donde intentan determinar la relación existente entre la productividad de las empresas y la innovación. El estudio fue útil para que otros investigadores se interesaran por el tema. A través de un modelo estructural algunos autores demuestran que existe una correlación positiva entre la productividad de las

empresas luego de realizar procesos de innovación (Griffith et al., 2006; Mohnen, Mairesse, & Dagenais, 2006). Damijan, Kostevc y Rojec (2011) afirman que existe un enlace fuerte entre la intensidad en I+D de la empresa y su productividad. Sin embargo, hay estudios que concluyen que no existe una relación beneficiosa entre empezar a innovar y los niveles de productividad (Benavente, 2002).

En Latinoamérica se han realizado algunos trabajos empíricos acerca de la innovación. Benavente (2002, 2005) afirma que el tamaño de las firmas y la intervención del estado juegan un papel importante a la hora de innovar.

Los procesos de innovación se dan porque las empresas intentan aumentar su margen de beneficios. Según Langebaek y Vásquez (2007) las firmas que más tienden a innovar son las que presentan un mayor capital extranjero y mano de obra más calificada. Y es que el capital humano es relevante para determinar el nivel de inversión que se realiza para innovar, como lo establece la teoría evolucionista: la innovación está determinada por la acumulación y aplicación del conocimiento (Álvarez y García, 2012).

Los PhDs poseen importantes habilidades para la investigación, por tal motivo, tienen un rol crucial en proceso de innovación de las empresas. Así pues, el capital humano con alto conocimiento se considera un prerrequisito para la innovación (Polo, 2014).

Con la contratación de PhDs, las empresas amplían su presupuesto en I+D y dedican gran parte de estos recursos al desarrollo de nuevos productos para el mercado (García et al., 2012). Adicionalmente, tener PhDs en las firmas provoca un incremento en el stock de capital científico y su capacidad de absorción (Polo, 2014).

Por último, Legros & Galia (2012) afirman que existe un enlace entre la intensidad de I+D, la innovación y el nivel de producción de las empresas. Además, concluyen que no solo innovar dinamiza la productividad sino también la producción y capitalización del conocimiento, por lo que se debe invertir en el capital humano de las firmas.

## **4. Metodología**

### **4.1 Datos**

La aproximación empírica del documento estará guiada por los microdatos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). El PITEC es una base de datos creada bajo la estructura de panel de datos que proporciona información para el seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas. Esta encuesta cuenta con datos para el periodo 2003 al 2015 y su objetivo es aportar al mejoramiento de la información estadística disponible sobre los procesos de innovación de las empresas y bajo qué condiciones se ejecutan actividades científicas sobre las mismas. El PITEC es un instrumento ideal para estudiar cómo ha sido el desarrollo temporal de las actividades tecnológicas de las empresas españolas.

El PITEC ofrece más de 460 variables para aproximadamente 12000 empresas desde el año 2003. Esto posibilita construir bases de datos robustas para examinar el desarrollo e impacto de los procesos de innovación en las empresas; al mismo tiempo, identificar las estrategias tomadas por las mismas para ejecutar sus actividades de innovación. Una característica importante de este instrumento es que al ser un panel fijo, se tiene una observación anual para cada empresa que lo compone, lo cual permite que se siga un proceso con cada empresa a través de los años. Otro factor útil que brinda el PITEC es que suministra información para el estudio de aspectos como el efecto de la innovación en la productividad, costos, distribución de I+D interna y externa de las empresas.

La Encuesta sobre Innovación Tecnológica de las empresas y las Estadísticas sobre actividades de I+D que son encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) juegan un papel importante debido a que, la información alojada en el PITEC proviene de la aplicación de estos dos instrumentos.

En este artículo se utilizará información que ofrece el PITEC para el año 2007 hasta el 2015; aunque el PITEC proporciona información desde el 2003 como se mencionó, algunas variables de gran importancia para la investigación no se encontraban disponibles hasta 2007, por tal motivo, el estudio comprende el periodo en mención.

## 4.2 Hipótesis

La noción del impacto que puede tener un PhD en la propensión a innovar de una empresa hace generar dudas sobre el desempeño que tienen las empresas cuando tienen o no un PhD dentro de sus actividades de investigación y desarrollo. Con base en el marco teórico desarrollado anteriormente, se han planteado las siguientes hipótesis.

**H1:** Las empresas que no han contado con PhD en los dos últimos años presentan propensión a innovar baja (No-No).

**H2:** Las empresas que tenían PhD en el primer año pero en el segundo año dejaron de tenerlo presentan una disminución en su propensión a innovar (Si-No).

**H3:** Las empresas que no tenían PhD en el primer año pero en el segundo año si contaban con un PhD presentan un aumento en su propensión a innovar (No-Si).

**H4:** Las empresas que contaban con PhD en el primero año y siguen teniendo en el segundo año presentan gran propensión a innovar (Si-Si).

## 4.3 Descripción de Variables

### Variables dependientes

**Innovación en productos (InnProd):** La variable es una dicotómica que toma valor igual a uno si la empresa introdujo productos nuevos o significativamente mejorados. De lo contrario, la variable toma valor de 0.

**Innovación en servicios (Innoserv):** Variable dicotómica que toma valor de uno si se ejecutaron nuevas estrategias para ofrecer un servicio o mejoras significativas de las mismas.

**Innovación en procesos (InnProc):** Variable dicotómica que toma valor de uno si se crean procesos de producción o métodos de producción nuevos.

## **VARIABLES INDEPENDIENTES**

**Tam200:** Describe el número de empleados con los que cuenta la empresa en un determinado año; muestra si el número de empleados de la organización son iguales o mayores a 200 personas. Por tanto, es una variable dicotómica que toma valor de 0 si la empresa cuenta con menos de 200 trabajadores o uno si el número de empleados es mayor o igual a 200.

**Cifra:** Muestra las ventas (en euros nominales) generadas por las empresas para cada año.

**Fonempr:** Gastos en I+D interna financiados con fondos de otras empresas. Refleja el porcentaje de gastos en investigación y desarrollo interna de la empresa que son efectuadas gracias a dineros de otras empresas.

**Fonpubli:** Gastos en I+D interna financiados con fondos públicos. Muestra el porcentaje de gastos en investigación y desarrollo interna de la empresa que son efectuadas gracias a dineros de entes estatales.

**Fonextr:** Gastos en I+D interna financiados con fondos extranjeros. Muestra el porcentaje de gastos en investigación y desarrollo interna de la empresa que son efectuadas gracias a dineros provenientes de recursos extranjeros.

**Coopera:** Muestra si la empresa coopero con otras empresa para la ejecución de nuevos proyectos de innovación. Toma valor de uno si la empresa cooperó con otra(s) y cero en caso contrario.

**m1:** variable dicótoma que toma el valor de 1 si la empresa no tuvo doctor el año anterior y no tiene en el presente año (No-No). Dicha variable representa la primera hipótesis planteada en el apartado anterior.

**m2:** variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa tenía doctor el año anterior y en el presente año ya no posee (Si-No); esta variable se utilizó como herramienta para medir lo propuesto mediante la segunda hipótesis.

**m3:** variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa no tenía doctor el año anterior y en el presente año posee (No-Si). La cual representa la tercera hipótesis a corroborar.



**m4:** variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa tenía doctor el año anterior y en el presente año aún se encuentra en la compañía (Si-Si), y corresponde la herramienta implementada en el modelo econométrico para corroborar la cuarta hipótesis.

#### **4.4 Justificación de Variables**

**Tamaño de la empresa:** Schumpeter (1942) postula la existencia de rendimientos crecientes a escala en el proceso innovador. Así, las empresas más grandes tienen mayores niveles de inversión en innovación. Adicionalmente, Dossi (1988) señala que dadas las asimetrías de información y la incertidumbre en el proceso innovador el sector financiero prefiere otorgar crédito a empresas con mayor tamaño. Otros trabajos, tales como Rowley (1973), indican que a mayor tamaño mayor esfuerzo innovador. En efecto, según este autor, el riesgo en las actividades de innovación, hace conveniente la diversificación del portafolio de inversiones en proyectos de tal manera que el fracaso de unos proyectos se compense con el éxito de otros. Esta diversificación se facilita en grandes empresas (Langebaek & Vásquez, 2007), los estudios desarrollados han encontrado que las empresas pequeñas tienden a innovar menos que las empresas grandes, lo que podría deberse a que las empresas grandes tienen más líneas de actividad y, por lo tanto, más áreas en las que innovar (Hipp et al., 2000). Se estima que en Colombia, las empresas de mayor tamaño tienen mayor facilidad para realizar procesos de innovación (Álvarez & García, 2012). Por otro lado, el argumento a favor de las pequeñas empresas es que tienen flexibilidad para ajustar a los empleados en proyectos relacionados con la innovación y estructuras de gestión menos complejas en la implementación de nuevos proyectos (Mita Bhattacharya y Harry Bloch).

**Ingreso de la empresa:** Cuanto más rápido aumenten las ventas de una empresa, más confianza tendrá sobre su capacidad de asegurar los beneficios de proyectos de I + D inciertos, y más paciencia podrá mostrar a la espera de estos beneficios. Por lo tanto, el crecimiento es propicio para la actividad innovadora, sin embargo, la fuerza de esta relación puede variar entre las industrias de alta y baja tecnología.

**PhD:** Los recursos humanos y, en particular, la gestión de los mismos, se consideran hoy en día como un elemento principal para el éxito de la innovación, ya que los recursos humanos forman parte del proceso de innovación. En la tradición neo-schumpeteriana, los niveles de conocimiento de las empresas se constituyen en activos que hacen que la estructura de las

empresas sea difícil de imitar por parte de sus competidores. Por lo tanto, la absorción de tecnología se facilita cuando la mano de obra es calificada.

**Cooperación:** A pesar de que se generen outputs en innovación, utilizando las cualidades del empresario y las ventajas obtenidas por el capital humano, la empresa puede verse limitada al realizar más innovaciones debido a que ha llegado al límite donde seguir innovando se ha vuelto demasiado costoso y riesgoso, generando la necesidad de recurrir a relaciones de cooperación con instituciones de la sociedad como universidades (Helper et al., 2000). Con la aparición de las universidades como fuentes de cooperación, la empresa accede al capital humano que conforma a esta entidad, aumentando la gestión del conocimiento y asimilando de una mejor manera las oportunidades que se presentan en el exterior (March, 1991).

**Fondos Públicos:** La intervención pública trata de resolver el problema de las restricciones financieras mediante el apoyo en forma de subsidios, incentivos fiscales o préstamos. Este apoyo financiero es el principal elemento para la estimular a la industria a que incremente el gasto en I+D.

**Actividades de I+D:** Un mayor esfuerzo en la actividad de I + D interna aumenta las posibilidades de la organización de generar nuevos conocimientos para desarrollar productos nuevos o mejorados, efecto indirecto del aumento de la capacidad de absorción, lo que hace que sea más fácil para la empresa explotar el conocimiento disponible externamente. Este último efecto es especialmente relevante en el caso de las oportunidades tecnológicas no industriales que, al ofrecer un conocimiento que no es inmediatamente aplicable, demandan un mayor esfuerzo de asimilación y explotación por parte de la empresa. Por lo tanto, postulamos que cuanto mayor son las competencias tecnológicas de la empresa, mayor es la importancia de las fuentes de conocimiento científico como determinantes de los resultados de la innovación.

**Investigadores:** Aquellas empresas que presentan un mayor nivel en actividades de I+D cuentan con un departamento asignado para I+D y designan gran parte de sus investigaciones al desarrollo de nuevos productos y los PhDs son los encargados de liderar estos procesos de innovación dentro de la empresa, así lo afirman García et., al. (2012).

#### 4.5 Especificación del modelo econométrico

Lee (2002, 2003) menciona que existe un elemento importante sobre la actividad innovadora y que se caracteriza por ser inobservable. El autor reconoce a este factor con el nombre de “competencia tecnológica”. Igualmente, en los procesos de análisis empírico sobre la innovación existen variables observables que incluyen errores de medición. Así, cuando se expone la función sobre la decisión de innovar se incluye en el modelo las variables exógenas observadas y un término de error inobservable (Borra, García & Espasandín, 2005, p. 7). La función es la siguiente:

$$I = f(x, e)$$

Borra et al. (2005) resaltan la posibilidad de construir un índice de los beneficios que puede generar la innovación pero mencionan que el valor del mismo es desconocido. Sin embargo, cuenta con una variable dicótoma que toma el valor de 1 cuando el índice es positivo (la empresa innovó), mientras que toma el valor de 0 cuando el índice es negativo (la empresa no innova). Las variables observadas son las encargadas de darle valor al índice al igual que un error inobservable. Por otro lado, los autores mencionan que si se asume la distribución del término error como normal, con media cero y varianza uno, se logra obtener el modelo econométrico probit el cual está descrito de la siguiente forma:

$$Pr(I = 1) = \int_{-\infty}^{\beta'x} \phi(t) dt = \delta(\beta'x)$$

La metodología utilizada en este documento será un modelo probit para una estructura de datos de panel. Este modelo permitirá estimar si la propensión a innovar de la industria española aumenta cuando se incluye dentro de su grupo laboral (específicamente en el sector de I+D) a un PhD. Para ellos, se tomaron diversas variables explicativas que dan detalles de la probabilidad de innovar de las empresas a través de la estimación de sus coeficientes. Al ser dicotómica la variable dependiente limita la utilización de modelos econométricos más convencionales (López, Serrano & Gómez, 2009).

#### 4.6 Modelo econométrico

Como se ha documentado, para realizar la estimación econométrica de la presente investigación se hará uso del modelo probit con estructura de panel de datos, el cual nos

permitirá estimar la probabilidad de que las empresas innoven o no basada en varios elementos internos y externos. Los coeficientes de las variables independientes nos muestran la influencia que tiene cada variable en la propensión a innovar de las empresas.

Se plantearon 3 modelos donde las variables dependientes están determinadas por la innovación en bienes, procesos y servicios. El objetivo era determinar el efecto que tienen las variables independientes sobre la propensión a innovar en las empresas españolas, haciendo énfasis en la variable que determina el impacto que generan los PhDs en estos procesos de innovación; donde esta variable es categórica, cada una de las categorías de la misma, representa las hipótesis planteadas anteriormente. Por tanto, los modelos planteados son los siguientes:

$$(1) InnB_{it} = \beta_0 + \beta_1 Tama\tilde{n}o_{it} + \beta_2 m2_{it} + \beta_3 m3_{it} + \beta_4 m4_{it} + \beta_5 Cooperacion_{it} + \beta_6 FondosExtranjeros_{it} + \beta_7 FondosPublicos_{it} + \beta_8 Ingresos_{it} + \beta_9 FondosOtrasEmpresas_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$(2) InnS_{it} = \beta_0 + \beta_1 Tama\tilde{n}o_{it} + \beta_2 m2_{it} + \beta_3 m3_{it} + \beta_4 m4_{it} + \beta_5 Cooperacion_{it} + \beta_6 FondosExtranjeros_{it} + \beta_7 FondosPublicos_{it} + \beta_8 Ingresos_{it} + \beta_9 FondosOtrasEmpresas_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$(3) InnP_{it} = \beta_0 + \beta_1 Tama\tilde{n}o_{it} + \beta_2 m2_{it} + \beta_3 m3_{it} + \beta_4 m4_{it} + \beta_5 Cooperacion_{it} + \beta_6 FondosExtranjeros_{it} + \beta_7 FondosPublicos_{it} + \beta_8 Ingresos_{it} + \beta_9 FondosOtrasEmpresas_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $\beta$  son los coeficientes estimados y  $\varepsilon_i$  es el término error con distribución normal.

## 5. Resultados.

A continuación se muestra las estadísticas descriptivas de las variables del modelo planteado.

*Tabla 1. Estadísticas descriptivas.*

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
cifra	86497	2.03E+11	1.56E+13	0	1.51E+15
tam200	86497	0.2627374	0.4401235	0	1
innproc	86497	0.465519	0.4988125	0	1
innprod	86497	0.4531255	0.4978008	0	1
innoserv	86497	0.1962843	0.3971883	0	1
fonempr	86497	0.794357	7.197964	0	100
fonpubli	86497	5.245448	16.09712	0	100
fonextr	86497	1.005954	7.498302	0	100
coopera	60488	0.3840431	0.4863722	0	1
m1	86497	0.8688047	0.3376158	0	1
m2	86497	0.0188908	0.1361403	0	1
m3	86497	0.032926	0.178444	0	1
m4	86497	0.0793785	0.2703301	0	1

La tabla 1 muestra que, las empresas españolas deciden adelantar procesos de innovación en procesos (46%) y productos (45%) con mayor frecuencia que la innovación en servicios (19%). Es decir, las empresas españolas prefieren adelantar nuevas formas o sistema de producción o la creación de nuevos bienes o equipos.

Igualmente, analizando los resultados de las características particulares de las empresas, encontramos que las empresas que cuenta con 200 o más trabajadores solo alcanzan el 26% de la muestra.

Por otro lado, los gastos que ejecutaron las empresas con dinero externo presentó las siguientes características: Los entes estatales fueron en promedio los que más financiaron los procesos de innovación (5%). Asimismo, los gastos financiados por fondos extranjeros y de otras empresas fueron muy bajos ya que aportaron menos de 2% entre ambas.

Como se mencionó anteriormente, una variable que juega un rol crucial en los procesos de innovación es la cooperación entre empresas. Los resultados que se obtuvieron no fueron los esperados ya que solo el 38% de las empresas realizaron alguna cooperación con otras para adelantar algún tipo de innovación.

En cuanto a las variables categóricas que se establecieron, la tabla 1 nos muestra que la gran mayoría de las empresas no ha tenido un PhD que lidere sus procesos de innovación (86%). De igual forma, las empresas que tuvieron PhD en el año inicial pero en el siguiente año ya no, solo corresponden al 1%. El caso contrario, es decir, las empresas que en el año inicial no contaban con un PhD en su departamento de I+D pero en el siguiente si lo tuvieron equivalen al 3%. Finalmente, las empresas que mantuvieron su PhD dentro en la empresa en el periodo inicial y final, equivalen al 8%.

Adicionalmente, en la *Tabla 2* se puede observar que el 46% de las empresas tienen innovación en procesos. Empero, solo el 16% del total de empresas innovadoras en procesos, cuenta con PhD en el departamento de I+D de la misma.

*Tabla 2.*

*Características de las empresas innovadoras en procesos.*

Frecuencia de empresas que innovan en procesos.

innproc	Freq.	Percent	Cum.
0	46,231	53.45	53.45
1	40,266	46.55	100
Total	86,497	100	

Empresas que innovan en procesos y cuentan con PhD

docdummy	Freq.	Percent	Cum.
0	33,696	83.68	83.68
1	6,570	16.32	100
Total	40,266	100	

Cambio de doctor de un año a otro para la firma innovadora en proceso

x	Freq.	Percent	Cum.
nono	75,149	86.88	86.88
sino	1,634	1.89	88.77
nosi	2,848	3.29	92.06
sisi	6,866	7.94	100

Total 86,497 100

Tabla 3.

*Innovación en procesos, variable dependiente.*

	<b>Coef.</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>95% Conf. Int</b>	
<b>tam200</b>	0.6166	0.0348	17.7300	0.0000	0.5484	0.6848
<b>cifra</b>	0.0000	0.0000	4.0300	0.0000	0.0000	0.0000
<b>fonempr</b>	-0.0014	0.0010	-1.3300	0.1820	-0.0034	0.0007
<b>fonpubli</b>	-0.0005	0.0005	-1.0700	0.2840	-0.0014	0.0004
<b>fonextr</b>	-0.0045	0.0010	-4.6200	0.0000	-0.0065	-0.0026
<b>coopera</b>	0.3920	0.0198	19.8300	0.0000	0.3533	0.4307
<b>m2</b>	0.0276	0.0444	0.6200	0.5340	-0.0595	0.1147
<b>m3</b>	0.0754	0.0194	3.8800	0.0000	0.0374	0.1135
<b>m4</b>	-0.0310	0.0345	-0.9000	0.3700	-0.0986	0.0367
<b>_cons</b>	0.3939	0.0207	19.0000	0.0000	0.3532	0.4345
<b>/lnsig2u</b>	0.7254	0.0291			0.6683	0.7825
<b>sigma_u</b>	1.4372	0.0209			1.3967	1.4788
<b>rho</b>	0.6738	0.0064			0.6611	0.6862
<b>LL ratio</b>	15000				<b>Prob chibar</b>	0.0000

La *Tabla 3* muestra los resultados para el modelo, cuya variable dependiente es una dummy que muestra si la empresa innovó o no, en el periodo anterior (último año) al de la aplicación del instrumento de recolección de datos.

Se observa un impacto positivo y significativo de la variable tamaño, quiere decir que, las empresas que tienen doscientos (200) o más empleados en su planta, tienen una propensión a innovar mayor a la observada en las empresas cuya planta no excede los doscientos (empleados). Lo anterior reafirma los planteamientos mencionados anteriormente donde se

esperaba un relación positiva entre el tamaño de la empresas y sus actividades de innovación. Como mencionó Dossi (1988), el sector financiero deposita una confianza en las empresas de mayor tamaño para realizar cualquier tipo de préstamos dada la información existente.

En lo que concierne a la influencia de los ingresos por parte de la empresa, los resultados arrojan que esta variable presente un efecto positivo y significativo respecto a las empresas que deciden desarrollar innovación en procesos. Los resultados son acordes a lo esperado ya que se planteó la idea de que las empresas que cuentan con mayores ingresos tienen la posibilidad de brindarle un tiempo de maduración mayor a los procesos de innovación para que generen beneficios a la empresa, debido al respaldo que tienen en otras ramas productivas de la compañía.

Otra variable que la literatura menciona como primordial para asegurar el éxito innovador es la cooperación entre empresas. Se observa que la cooperación genera un impacto significativo y positivo en la propensión a innovar en procesos, esto significa que las empresas que cooperan, tienen mayor propensión a innovar, comparadas con aquellas que no cooperan. Esto ratifica la idea inicial de la innovación 2.0 donde los empresarios empezaron a cuestionar la ejecución de nuevos procesos de innovación porque era muy costoso y riesgoso. Por tanto, la mejor opción era empezar a compartir riesgos con otras empresas y/o universidad para que así se puedan reducir las posibilidades de pérdidas económicas Helper et-al., 2000; March, 1991).

En el caso de los recursos que son adquiridos por la empresa de diferentes fuentes, los resultados en términos generales no fueron los esperados. Inicialmente, los recursos otorgados por entes públicos y los fondos de otras empresas presentan un efecto negativo para realizar innovación en procesos, aunque no muestran significancia estadística. Por su parte, los resultados muestran un efecto negativo y significativo cuando la empresa hace uso de fondos extranjeros. Lo anterior se puede argumentar debido a que, estos fondos extranjeros están acompañados por tasas de interés que podría afectar a las empresas en los casos donde los procesos de innovación no resulten exitosos.

Por otro lado, se observa que el impacto que tiene la inclusión de un PhD en la innovación en procesos (m2) no es significativo. Empero, m3 muestra un impacto significativo y positivo, lo que sugiere que tener un PhD en el año inmediatamente anterior, aumenta la



propensión a innovar en relación a las empresas que no tienen y no incluyeron PhD en el año anterior. Finalmente,  $m_4$  no muestra significancia estadística. En conclusión, el comportamiento observado en las variables categóricas muestra que el impacto de un PhD en la innovación en procesos, solo se observa en el año siguiente a la inclusión del mismo.

*Tabla 4.*

*Características de las empresas innovadoras en productos.*

Frecuencia de empresas innovadoras en productos

innprod	Freq.	Percent	Cum.
0	47,303	54.69	54.69
1	39,194	45.31	100
Total	86,497	100	

Empresas que innovan en productos y cuentan con PhD

docdummy	Freq.	Percent	Cum.
0	31,975	81.58	81.58
1	7,219	18.42	100
Total	39,194	100	

Cambio de doctor de un año a otro para la firma innovadora en producto

x	Freq.	Percent	Cum.
nono	75,149	86.88	86.88
sino	1,634	1.89	88.77
nosi	2,848	3.29	92.06
sisi	6,866	7.94	100
Total	86,497	100	

La *Tabla 4* refleja que el 45% de las empresas estudiadas innovaron en productos en al menos uno de los años estudiados, de las cuales, un poco más del 18% tuvo PhD en el departamento de I+D

*Tabla 5.*

*Innovación en productos, variable dependiente.*

	<b>Coef.</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>95% Conf. Int</b>	
<b>tam200</b>	-0.0419	0.0358	-1.1700	0.2420	-0.1120	0.0282
<b>cifra</b>	0.0000	0.0000	3.1200	0.0020	0.0000	0.0000
<b>fonempr</b>	0.0027	0.0011	2.4100	0.0160	0.0005	0.0049
<b>fonpubli</b>	0.0019	0.0005	3.9300	0.0000	0.0009	0.0028
<b>fonextr</b>	-0.0032	0.0010	-3.1300	0.0020	-0.0052	-0.0012
<b>coopera</b>	0.5469	0.0202	27.1000	0.0000	0.5074	0.5865
<b>m2</b>	0.1090	0.0464	2.3500	0.0190	0.0181	0.1999
<b>m3</b>	0.1160	0.0198	5.8500	0.0000	0.0771	0.1549
<b>m4</b>	0.1950	0.0370	5.2800	0.0000	0.1226	0.2675
<b>_cons</b>	0.2694	0.0222	12.1300	0.0000	0.2258	0.3129
<b>/lnsig2u</b>	0.9275	0.0290			0.8706	0.9844
<b>sigma_u</b>	1.5900	0.0231			1.5454	1.6359
<b>rho</b>	0.7166	0.0059			0.7049	0.7280
<b>LL ratio</b>	17000.0000				<b>Prob chibar</b>	0.0000

El segundo modelo estimado, al igual que el anterior, pretende explicar el efecto de estas variables sobre la propensión a innovar, en este caso, focalizados en la innovación en productos. En la *Tabla 5* se muestran los resultados correspondientes al modelo estimado. A diferencia del modelo anterior, se observa un impacto negativo del tamaño de la compañía sobre la propensión a innovar en procesos, sin embargo, la variable no es significativa. Asimismo, los ingresos arrojaron resultados similares al modelo anterior: presenta

significancia estadística y tiene un signo positivo, sin embargo, su impacto tiene una magnitud muy baja.

Adicionalmente, la cooperación arroja un coeficiente significativo y positivo. Específicamente, las empresas que cooperan para desarrollar procesos de innovación en productos aumentan su propensión a innovar en un 0.54 puntos, comparadas con las empresas que no cooperan, dejando claro el fuerte impacto que tiene sobre la innovación.

Una vez más, los fondos extranjeros muestran significancia estadística y coeficiente negativo. Ahora bien, los fondos de otras empresas y fondos públicos muestran un impacto positivo sobre la propensión a innovar en productos y son significativos. Lo anterior demuestra lo planteado por la literatura: las empresas comparten gastos en el desarrollo de procesos de innovación para reducir riesgos y los recursos otorgados por el estado ayudan a reducir los problemas generados por el sistema financiero que limita el número de créditos para las empresas que deseen innovar y no cuenten con un patrimonio que no les permita acceder a ellos. El apoyo financiero dado por el estado a través de subsidios o préstamos permiten que las empresas puedan desarrollar sus actividades de I+D.

Además, las variables de interés, afectan positivamente la propensión a innovar en productos, lo que quiere decir que haber contado en algún momento con un PhD aumenta la propensión a innovar en productos en comparación con las empresas que nunca han incluido un PhD en este tipo de innovación. Cabe resaltar que, *m4* es la variable que muestra un mayor impacto, así pues, mantener el PhD en el departamento de I+D, facilita aún más los procesos de innovación en producto de las empresas.

*Tabla 6.*

*Características de las empresas innovadoras en servicios.*

Frecuencia de empresas innovadoras en servicios

innprod	Freq.	Percent	Cum.
0	69,519	80.37	80.37
1	16,978	19.63	100
Total	86,497	100	

Empresas que innovan en servicios y cuentan con PhD

docdummy	Freq.	Percent	Cum.
0	13,307	78.38	78.38
1	3,671	21.62	100
Total	16,978	100	

Cambio de doctor de un año a otro para la firma innovadora en servicio

X	Freq.	Percent	Cum.
nono	75,149	86.88	86.88
Sino	1,634	1.89	88.77
nosi	2,848	3.29	92.06
Sisi	6,866	7.94	100
Total	86,497	100	

*Tabla 7.*

*Innovación en servicios, variable dependiente.*

	<b>Coef.</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>95% Conf. Int</b>	
<b>tam200</b>	0.2436	0.0396	6.1500	0.0000	0.1660	0.3212
<b>cifra</b>	0.0000	0.0000	5.8000	0.0000	0.0000	0.0000
<b>fonempr</b>	0.0038	0.0011	3.3800	0.0010	0.0016	0.0061
<b>fonpubli</b>	0.0032	0.0005	6.3100	0.0000	0.0022	0.0042
<b>fonextr</b>	-0.0017	0.0011	-1.5500	0.1220	-0.0038	0.0004
<b>coopera</b>	0.4700	0.0217	21.6100	0.0000	0.4274	0.5127
<b>m2</b>	0.1859	0.0486	3.8200	0.0000	0.0906	0.2811
<b>m3</b>	0.1351	0.0216	6.2400	0.0000	0.0927	0.1776
<b>m4</b>	0.1877	0.0380	4.9400	0.0000	0.1132	0.2621
<b>_cons</b>	-1.6530	0.0288	-57.3700	0.0000	-1.7095	-1.5966
<b>/lnsig2u</b>	1.1517	0.0311			1.0908	1.2126
<b>sigma_u</b>	1.7787	0.0276			1.7253	1.8337
<b>Rho</b>	0.7598	0.0057			0.7485	0.7708
<b>LL ratio</b>	19000				<b>Prob chibar</b>	0.0000

Con respecto a la innovación en servicios, La *Tabla 7* muestra que el variable tamaño de la empresa tiene un efecto positivo y significativo en la innovación en servicios por parte de las empresas como resalta la literatura. Como se observa en la tabla, una empresa que cuenta con 200 o más empleados tienen una propensión a innovar en procesos mayores que las empresas que cuentan con menos 200 empleados. Por su parte, al igual que el modelo anterior, la variable ingresos de las empresas presente un signo positivo y significativo pero el impacto sigue siendo de pequeña magnitud. Además, se encontró que las empresas que hacen trabajos de cooperación con otras empresas también una propensión a innovar mayor que las empresas que no cooperan.

Igualmente, este modelo nos indica la relación positiva entre tener fondos públicos y de otras empresas y la propensión a innovar, es decir, la obtención de recursos de este tipo aumenta la propensión a innovar en servicios en las compañías españolas; mientras que los fondos

extranjeros, una vez más, muestran un impacto negativo, sin embargo, en este caso no hay significancia estadística.

En lo correspondiente con las variables centrales del documento se encontró para el tercer modelo que, los coeficientes son positivos, así pues, haber contado con un PhD en alguno de los años analizados, aumenta la propensión a innovar en servicios, comparadas con las empresas que no obtuvieron los servicios de personas con este nivel educativo. Ahora bien, se puede concluir que la inclusión de los PhDs en los procesos de innovación en servicios de las empresas españolas muestran una mejora en la propensión a innovar en servicios durante y después de la inclusión de los mismos en el departamento de I+D.

## **6. Conclusiones.**

El tema de la innovación ha sido estudiado por múltiples autores. Existe un consenso entre los investigadores acerca de este tema: la innovación juega un papel crucial para el crecimiento y desarrollo económico de los países en el mundo. Cada vez más, la creación de valor a través de nuevo conocimiento es clave para que los países no queden rezagados, sin embargo, no hay muchos estudios que den indicios del impacto que puede llegar a tener la contratación de un PhD en la propensión innovar de las empresas.

Dado lo anterior, el presente trabajo intentó aportar más información sobre como los principales protagonistas de llevar a cabo un proceso innovador exitoso pueden impactar significativamente en la propensión a innovar de las empresas. Para ello, se utilizó una base datos tipo panel que cuenta con información minuciosa acerca de variables que afectan los procesos de innovación alrededor de una muestra considerable de empresas manufactureras españolas. Este documento estudio el efecto que tiene la inclusión de un PhD en la propensión a innovar de las empresas manufactureras españolas a través de un modelo probit con efectos aleatorios; se realizó mediante este método de estimación, debido a los resultados obtenidos en la prueba de Hausman, la cual mostró que no existía diferencia entre los coeficientes estimados por efectos fijos y efectos aleatorios.

Los resultados muestran que la cooperación entre empresas impacta positiva y significativamente la propensión a innovar de las empresas en los 3 tipos de innovación estudiados (procesos, productos y servicios). En el caso del tamaño de la empresa (medido por el número de trabajadores) se encontró que tiene un efecto positivo para la ejecución de

procesos de innovación, sin embargo, en la innovación en productos el tamaño de la empresa tenía un efecto negativo pero no significativo. Asimismo, los ingresos nominales de la empresa sí influyen positiva y significativamente a la innovación, pero su impacto tiene una magnitud muy limitada.

Con respecto a los fondos adquiridos externamente por las empresas para acompañar a los procesos de innovación, se encontró que estos son acordes con lo encontrado en la literatura. Primero, los fondos públicos permiten acceder a recursos a través de subsidios y/o préstamos que impactan positivamente sobre la propensión a innovar. En segunda medida, los fondos otorgados por otras empresas (se puede tomar como una medida de cooperación) ayuda a que las empresas puedan aumentar su probabilidades de innovar. Empero, los fondos ofrecidos por entidades extranjeras resultados negativos para todos los tipos de innovación analizados. Lo anterior se puede sustentar en la idea de que este tipo de recursos pueden estar acompañados de tasas de interés que podría afectar a las organizaciones cuando las empresas realicen actividades de innovación y los resultados no sean los esperados.

En cuanto a la variable de mayor interés en este documento encontramos lo siguiente: 1) El impacto de la inclusión de un PhD en la propensión a innovar en procesos solo se ve al año siguiente de su contratación del mismo y su impacto es positivo, es decir, se presenta una mejora en la propensión a innovar de las empresas comparadas con las empresas que no cuentan con PhD y que realizan este tipo de innovación. 2) En el caso de la innovación en productos, se encontró que la variable que representa al PhD afecta positivamente a la propensión a innovar, es decir, contar en algún momento con un PhD dentro de la empresa aumenta la propensión a innovar en relación a las empresas que nunca han contratado a alguno. 3) La inclusión de un PhD hace que aumente la propensión a innovar en servicios durante y después de su inclusión en las actividades de innovación de las empresas. En términos generales podemos concluir que la variable de interés del documento arroja resultados positivos. La inclusión del PhD provoca un aumento en la propensión a innovar de las empresas, reafirmando las conclusiones encontradas en la literatura donde se argumenta que las personas idóneas para ejecutar procesos de innovación exitosa son los PhDs.

Estos resultados acompañados del contexto de la importancia de la innovación para los países nos permiten afirmar que el Gobierno español debe seguir realizando políticas públicas que permitan a las empresas absorber un número importante de PhDs, con la finalidad de incentivar nuevos procesos de innovación que le permitan al país estar a la vanguardia del conocimiento. Esta misma conclusión se puede extender al gobierno colombiano donde aún las políticas públicas enfocadas en incentivar la ejecución de actividades innovadoras e inclusión de personal con título de doctorado dentro de la empresa son modestas. Aunque se han visto avances en la materia, se debe crear una política clara y seria que le permita a los empresarios encontrar incentivos para el desarrollo de procesos de innovación y que sean acompañados por personal experto en la materia para garantizar el éxito de los mismos.

Ahora bien, la investigación presenta algunas limitaciones, que pueden ser explotadas y mejoradas para los trabajos subsiguientes, teniendo como punto de partida el presente. La principal limitación hace referencia a los datos utilizados para la consecución de los objetivos, esto debido a que la base de datos no presentaba información completa para periodos anteriores al de estudio, lo que redujo el periodo de análisis de la investigación. Por la misma razón, fue imposible incluir otras variables alojadas en la base de datos. Finalmente, se considera que la investigación puede extenderse a otros casos de estudio a países donde los procesos de innovación son más extensos.

## **Anexos**

En esta sección, se muestran los resultados de un modelo con interacciones entre las variables independientes y las variables categóricas de interés. Estas variables categóricas expresan la importancia o no que tienen los PhD en la propensión a innovar de las empresas. Dado lo anterior, a continuación se presentan los modelos con los 3 tipos de innovación analizados anteriormente y las interacciones entre las variables.



Tabla 8. Innovación en productos, incluyendo interacciones entre las variables

	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf. Int	
<b>tam200</b>	-0.0576	0.0392	-1.470	0.1410	-0.1344	0.0192
<b>cifra</b>	0.0000	0.0000	3.190	0.0010	0.0000	0.0000
<b>fonempr</b>	0.0032	0.0016	2.060	0.0390	0.0002	0.0062
<b>fonpubli</b>	0.0018	0.0006	3.110	0.0020	0.0007	0.0030
<b>fonextr</b>	-0.0022	0.0014	-1.540	0.1230	-0.0049	0.0006
<b>coopera</b>	0.5143	0.0233	22.030	0.0000	0.4686	0.5601
<b>m2</b>	0.0092	0.0655	0.140	0.8880	-0.1192	0.1375
<b>m3</b>	0.1234	0.0267	4.620	0.0000	0.0710	0.1759
<b>m4</b>	0.0306	0.0570	0.540	0.5920	-0.0811	0.1423
<b>tamm2</b>	-0.0232	0.1294	-0.180	0.8580	-0.2767	0.2304
<b>tamm3</b>	-0.0550	0.0493	-1.120	0.2640	-0.1517	0.0416
<b>tamm4</b>	0.2289	0.0830	2.760	0.0060	0.0663	0.3915
<b>cifram2</b>	0.0000	0.0000	2.110	0.0350	0.0000	0.0000
<b>cifram3</b>	0.0000	0.0000	-0.420	0.6770	0.0000	0.0000
<b>cifram4</b>	0.0000	0.0000	-1.340	0.1820	0.0000	0.0000
<b>cooperam2</b>	0.1622	0.0950	1.710	0.0880	-0.0240	0.3484
<b>cooperam3</b>	0.0248	0.0439	0.560	0.5730	-0.0613	0.1109
<b>cooperam4</b>	0.2280	0.0627	3.640	0.0000	0.1051	0.3509
<b>fonpublim2</b>	0.0007	0.0022	0.320	0.7480	-0.0036	0.0050
<b>fonpublim3</b>	-0.0004	0.0010	-0.340	0.7320	-0.0024	0.0017
<b>fonpublim4</b>	0.0004	0.0013	0.280	0.7770	-0.0023	0.0030
<b>fonextrm2</b>	-0.0017	0.0041	-0.420	0.6730	-0.0098	0.0063
<b>fonextrm3</b>	0.0013	0.0025	0.520	0.6030	-0.0036	0.0062
<b>fonextrm4</b>	-0.0044	0.0022	-1.980	0.0480	-0.0088	0.0000
<b>fonemprm4</b>	-0.0010	0.0025	-0.390	0.6970	-0.0060	0.0040
<b>fonemprm3</b>	0.0006	0.0025	0.240	0.8070	-0.0043	0.0055
<b>fonemprm2</b>	-0.0088	0.0048	-1.840	0.0660	-0.0181	0.0006
<b>_cons</b>	0.2795	0.0227	12.310	0.0000	0.2350	0.3240

En el caso del modelo con innovación en productos, se encuentran estos interesantes resultados: la interacción entre las empresas grandes y la variable categórica m4 muestran resultados positivos. Lo anterior implica que las empresas grandes y que cuentan con PhD tanto en el periodo inicial como en el periodo final cuentan con una propensión a innovar mayor que las empresas que no tienen participación de PhD en sus procesos innovadores o que cuentan con PhD pero son pequeñas empresas.

La interacción entre la variable cooperación y la variable de interés del documento arroja que existe un efecto positivo y significativo entre la cooperación y las variables categóricas m2 y m4. Inicialmente, las empresas que cooperan y tienen en el primer año un PhD pero dejan de tener en el segundo año presentan una propensión a innovar mayor que las empresas que no cuentan con PhD en ninguno de los 2 periodos. La razón de lo anterior se puede explicar gracias a que la inclusión del PhD en el año inicial produjo mejoras en las actividades innovadoras que se mantuvieron en los años posteriores. Asimismo, las empresas que cuentan con PhD en ambos periodos y cooperan con otras empresas en sus actividades innovadoras tienen una propensión a innovar mayor con respecto a las empresas que no contaron con PhD o por alguna razón no entraron a cooperar con las demás empresas.

*Tabla 9. Innovación en procesos, incluyendo interacciones entre las variables*

	<b>Coef.</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>[95% Conf. Int</b>	
<b>tam200</b>	0.6323	0.0387	16.3500	0.0000	0.5565	0.7081
<b>cifra</b>	0.0000	0.0000	3.5400	0.0000	0.0000	0.0000
<b>fonempr</b>	-0.0011	0.0014	-0.7700	0.4410	-0.0039	0.0017
<b>fonpubli</b>	-0.0009	0.0006	-1.5400	0.1250	-0.0020	0.0002
<b>fonextr</b>	-0.0031	0.0014	-2.3100	0.0210	-0.0058	-0.0005
<b>coopera</b>	0.3621	0.0230	15.7100	0.0000	0.3169	0.4073
<b>m2</b>	-0.0385	0.0633	-0.6100	0.5430	-0.1626	0.0857
<b>m3</b>	0.0754	0.0261	2.8900	0.0040	0.0243	0.1265
<b>m4</b>	-0.1286	0.0542	-2.3700	0.0180	-0.2348	-0.0224
<b>tamm2</b>	0.0717	0.1201	0.6000	0.5510	-0.1637	0.3070
<b>tamm3</b>	0.0904	0.0517	1.7500	0.0810	0.0110	0.1918
<b>tamm4</b>	-0.0034	0.0784	-0.0400	0.9650	-0.1571	0.1502
<b>cifram2</b>	0.0000	0.0000	0.3500	0.7270	0.0000	0.0000
<b>cifram3</b>	0.0000	0.0000	0.5400	0.5860	0.0000	0.0000
<b>cifram4</b>	0.0000	0.0000	-0.4900	0.6220	0.0000	0.0000
<b>cooperam2</b>	0.0511	0.0904	0.5600	0.5720	-0.1262	0.2283
<b>cooperam3</b>	0.0865	0.0426	2.0300	0.0420	0.0029	0.1700
<b>cooperam4</b>	0.1197	0.0592	2.0200	0.0430	0.0038	0.2356
<b>fonpublim2</b>	0.0041	0.0022	1.8700	0.0610	-0.0002	0.0084
<b>fonpublim3</b>	-0.0013	0.0010	-1.3400	0.1790	-0.0032	0.0006
<b>fonpublim4</b>	0.0035	0.0012	2.8500	0.0040	0.0011	0.0060
<b>fonextrm2</b>	-0.0054	0.0037	-1.4600	0.1450	-0.0126	0.0019
<b>fonextrm3</b>	0.0004	0.0024	0.1500	0.8780	-0.0043	0.0050
<b>fonextrm4</b>	-0.0037	0.0021	-1.7500	0.0800	-0.0078	0.0004

<b>fonemprm4</b>	-0.0012	0.0023	-0.5200	0.6010	-0.0057	0.0033
<b>fonemprm3</b>	-0.0005	0.0023	-0.2300	0.8140	-0.0051	0.0040
<b>fonemprm2</b>	0.0033	0.0045	0.7300	0.4650	-0.0055	0.0121
<b>_cons</b>	0.4004	0.0213	18.8400	0.0000	0.3587	0.4420

Para la innovación en proceso los resultados nos muestran que la interacción entre la variable tamaño de las empresas y la variable categórica m3 presenta un impacto positivo y significativo, es decir, las empresas de mayor tamaño que inicialmente no contaban con PhD en sus procesos de innovación pero que incluyen un PhD en el segundo periodo tienen una propensión a innovar mayor con respecto a las empresas de mayor tamaño que no cuentan con ningún PhD y empresas que no son grandes pero cuentan con PhD.

Asimismo, el modelo estimado nos muestra que las empresas que cooperan tienden a tener una mayor propensión a innovar si cuentan con PhD durante los 2 periodos planteados (m4) o si contaron con PhD en el periodo inicial, con respecto a las empresas que no contaban con ningún PhD en los 2 años y empresas que no cooperan.

La variable fondo publico muestra resultados interesantes, pues las empresas que reciben fondos públicos y que incluyeron un PhD en el periodo final cuentan con una propensión a innovar mayor que las empresas que no incluyen personal con titulado de doctorado en sus actividades innovadoras. Igualmente, las empresas que mantuvieron los PhD en ambos periodos cuentan también con una propensión a innovar mayor que las empresas que no tienen personal con PhD o no recibieron fondos públicos.

*Tabla 10. Innovación en servicios, incluyendo interacciones entre las variables.*

	<b>Coef.</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>[95% Conf. Int</b>	
<b>tam200</b>	0.26862	0.0433764	6.19	0.0000	0.1836015	0.3536338
<b>cifra</b>	0.00000	4.16E-11	6.34	0.0000	1.82E-10	3.45E-10
<b>fonempr</b>	0.00391	0.0015521	2.52	0.0120	0.000869	0.0069532
<b>fonpubli</b>	0.00284	0.0006375	4.45	0.0000	0.0015868	0.0040856
<b>fonextr</b>	-0.00194	0.0014841	-1.31	0.1920	-0.0048455	0.0009719
<b>coopera</b>	0.45043	0.0254538	17.7	0.0000	0.4005449	0.500322
<b>m2</b>	0.13334	0.0743015	1.79	0.0730	-0.0122853	0.2789714
<b>m3</b>	0.16869	0.0308095	5.48	0.0000	0.1083013	0.2290723

<b>m4</b>	0.08556	0.0636621	1.34	0.1790	-0.0392124	0.2103385
<b>tamm2</b>	-0.09884	0.1200753	-0.82	0.4100	-0.3341864	0.1365001
<b>tamm3</b>	0.10364	0.0524347	1.98	0.0480	0.0008682	0.2064085
<b>tamm4</b>	-0.02252	0.0824113	-0.27	0.7850	-0.1840459	0.1390004
<b>cifram2</b>	0.00000	1.72E-10	-0.71	0.4790	-4.59E-10	2.15E-10
<b>cifram3</b>	0.00000	5.13E-11	-1.52	0.1300	-1.78E-10	2.28E-11
<b>cifram4</b>	0.00000	6.47E-11	-2.53	0.0120	-2.90E-10	-3.66E-11
<b>cooperam2</b>	0.12543	0.0976199	1.28	0.1990	-0.0659044	0.3167587
<b>cooperam3</b>	0.01625	0.0457317	0.36	0.7220	-0.0733856	0.1058793
<b>cooperam4</b>	0.11966	0.0656559	1.82	0.0680	-0.0090277	0.2483387
<b>fonpublim2</b>	0.00235	0.0022017	1.07	0.2850	-0.0019623	0.0066681
<b>fonpublim3</b>	-0.00094	0.0010831	-0.87	0.3840	-0.0030668	0.001179
<b>fonpublim4</b>	0.00286	0.0013351	2.14	0.0320	0.0002414	0.0054748
<b>fonextrm2</b>	0.00547	0.0042776	1.28	0.2010	-0.0029101	0.0138579
<b>fonextrm3</b>	0.00067	0.0025142	0.27	0.7900	-0.0042574	0.0055981
<b>fonextrm4</b>	0.00000	0.0022652	0	0.9980	-0.0044443	0.0044351
<b>fonemprm4</b>	0.00054	0.0024816	0.22	0.8290	-0.0043282	0.0053995
<b>fonemprm3</b>	0.00144	0.0026169	0.55	0.5810	-0.0036853	0.0065727
<b>fonemprm2</b>	-0.01125	0.0056152	-2	0.0450	-0.0222521	-0.000241
<b>_cons</b>	-1.65408	0.0295311	-56.01	0.0000	-1.711961	-1.596202

Con respecto a la interacción entre el tamaño de las empresas y la variable de interés encontramos que existe un impacto positivo y significativo entre el tamaño de las empresas y la variable m3 (la empresa no tenía PhD en el año inicial pero si en el presente año), es decir, las empresas de mayor tamaño que incluyen un PhD en el segundo periodo tienen una propensión a innovar mayor respecto a las que no cuentan con ningún PhD o son empresas pequeñas.

En el caso de la cooperación, las empresas que cooperan y que mantienen un PhD en el periodo inicial y final cuentan con una propensión a innovar mayor que las empresas que no incluyen un PhD en los 2 periodos. Además, se encuentran resultados similares en la interacción entre fondos públicos y las empresas que cuentan con PhD en ambos periodos, es decir, las empresas que reciben recursos de entes públicos y presentan PhD en los 2 periodos tienden a tener una mayor propensión a innovar que las empresas que no cuentan con ningún PhD.

Por otro lado, se presenta un efecto negativo y significativo entre las empresas que reciben fondos de organizaciones similares y la variable m2, es decir, las empresas que reciben

recursos de otras compañías y alejan al PhD del proceso innovador en el siguiente año tienden a que su propensión a innovar disminuya.

## **Bibliografía**

- Álvarez, E., & García, W. (2012). Determinantes de la innovación: evidencia en el sector manufacturero de Bogotá. Bogotá: Universidad de Medellín.
- Baumol, W. (2002) *The free-market Innovation Machine: Analyzing the growth Miracle of Capitalism*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Bhattacharya, Mita. & Bloch, Harry. & Curtin University of Technology. School of Economics and Finance. (2001). *Determinants of innovation : evidence from small and medium sized Australian manufacturing*. Perth, W.A : School of Economics and Finance, Curtin Business School, Curtin University of Technology
- Beltramo, J., Paul, J., & Perret, C. (2001). The recruitment of researchers and the organization of scientific activity in industry. *International Journal of Technology Management*, 22, 811–834.
- Benavente, José (2005). Investigación y desarrollo, innovación y productividad: un análisis econométrico a nivel de la firma. En: *Estudios de economía*, Vol. 32, N.º 1, junio, pp. 39- 67.
- Benavente, José (2002). *The Role of Research and Innovation in Promoting Productivity in Chile*. Documento de Trabajo 200. Departamento de Economía. Universidad de Chile, 29p.
- Borra Marcos, C., SÁNCHEZ, A. G., & BUSTELO, F. E. (2005). Empresa, comportamiento innovador y Universidad: el caso de la Economía Social en Andalucía. *Estudios de economía aplicada*, 23(3).
- Cañibano C, Sanchez M y Muñoz F. (2008) *Economía del conocimiento y la innovación nuevas aproximaciones a una relación compleja*, EDICIONES PIRÁMIDE GRUPO ANAYA, S.A Cap 4 y Cap 9 .

- Chang G (2010) , “Modelo de triple helice como un medio para la vinculación entre la universidad y la empresa., Revista nacional de administración, 85 – 94
- Crepón, Bruno; Duguet, Emmanuel y Mairesse, Jacques (1998). Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. En: NBER Working Paper, N.º 6696, 43p.
- Cruz, L. y Sanz-Menéndez, L. (2006). *Valor de los doctores en las empresas*. España: Fundación Cotec.
- Damijan, Jože P. Kostevc, Črt. Rojec Matija. (2011) *Does Innovation help the good or poor performing firms?* Economics Letters.
- DOSI, G. (1988): “The nature of innovative process”. En DOSSI, G. et al., *Technical Change and Economic Theory* (pp. 221-238). Ed. Blackwell, Oxford.
- Etzkowitz, H. (2002). La triple hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación. *el sitio web <http://www.sivu.edu.mx/portal/noticias/2009/VinculacionLatriplehelice.pdf>*.
- Foray, D, 2004. The economics Knowledge. Cambridge, MA: The MIT Press.
- García-Quevedo, J., Mas-Verdú, F., & Polo-Otero, J. (2012). Which firms want PhDs? An analysis of the determinants of the demand. *Higher Education*,63(5), 607-620.
- Geroski, P., Machin, S., & Van Reenen, J. (1993). The profitability of innovating firms. *Journal of Economics*, 24(2), 198-211.
- Griffith, Rachel; Huergo, Helena; Mairesse, Jacques y Peters, Bettina (2006). Innovation and Productivity across Four European Countries. En: NBER Working Paper, N.º 12722, 20p.
- He, Z. (2014). Are CEOs With a Ph. D. More Innovative?.
- He, Z., & Hirshleifer, D. Managerial Scientific Expertise, Innovation, and Firm Performance.

- Helper, S., McDuffie, J.P, and Sabel, C. (2000), “Pragmatic Collaboration: Advancing Knowledge While Controlling Opportunism,” *Industrial and Corporate Change* 9 (3): 443-89.
- Herrera, L., & Nieto, M. (2013, June). Recruitment of PhD Researchers by Firms. In *35th Druid Conference, Barcelona* (pp. 17-19).
- INE. (2008). Encuesta sobre recursos humanos en ciencia y tecnología. Madrid, Spain: National Institute of Statistics.
- Krugman, P.(1979), “ A Model of Innovation , Technology Transfer and the World Distribution on Income ”, *Journal of Political Economy* 87:253-66
- Langebaek, Andrés y Vásquez, Diego (2007). Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana. En: Borradores de Economía, Banco de la República, N.º 433, 35 p.
- Leiponen, A., 2005. Skills and innovation. *International Journal of Industrial Organization* 23, 303–323
- Legros, D. & Galia F. (2012). Are innovation and R&D the only sources of firms’ knowledge that increase productivity? An empirical investigation of French manufacturing firms. *Journal of Productivity Analysis*, 2012, vol. 38, issue 2, pages 167-181.
- López Zapata, E., Sepúlveda Rivillas, C. I., & Arenas Cardona, H. A. (2010). La consultoría de Gestión Humana en empresas medianas. *Estudios Gerenciales*, 26(114), 149-168.
- López-Fernández, M. C.; Serrano-Bedia, A. M.; Gómez-López, R. (2009) : La decisión de innovar de las empresas turísticas: Un análisis empírico de la industria hostelera, *Investigaciones europeas de dirección de la empresa (IEDEE)*, ISSN 1135-2523, Vol. 15, Iss. 3, pp. 169-182.
- Malaver, Florentino y Vargas, Marisela (2004). Los procesos de innovación en la industria colombiana. Resultados de un estudio de casos. En: Cuadernos de Administración, Vol. 12, N.º 28, pp. 9-51

- Malerba, F. (2002). <Sectoral Systems of Innovation and Production> *Research Policy*, 31, 247-264.
- Malerba, F. (2005). <Sectoral Systems: How and why innovation differs across sectors> en Fagerberg, David y Nelson, (eds). *The Oxford Handbook of Innovation*, pp.380-406. Nueva York: Oxford University Press.
- Mohnen, P., & Röller, L. H. (2005). Complementarities in innovation policy. *European Economic Review*, 49(6), 1431-1450.
- Mohnen, P., Mairesse, J., & Dagenais, M. (2006). Innovativity: A comparison across seven European countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5), 391-413
- .Mendoza, H. (2015). Las relaciones de apoyo en CTI y su impacto en la propensión a innovar en la industria colombiana. Universidad del Norte. Barranquilla.
- Najera, C. (2015). Estructuras de recursos humanos que facilitan el éxito de la innovación. Universidad del Norte. Barranquilla.
- Nelson, R.R (2006). <Evolutionary Social Science and Universal Darwinism> *Journal of Evolutionary Economics*, 16(5), 491-510.
- OCDE, 2005. Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, Paris, Francia: OECD y EUROSTAT/ European Commission. 3<sup>a</sup> ed
- OECD (2007). Mapping careers and mobility of doctorate holders: drat guideline, model questionnaire and indicators – The OECD/UNESCO institute for statistics/eurostat careers of doctorate holders (CDH) project. Paris: OECD rapport.
- Paredes, S (2013). Efecto de la innovación sobre la demanda por personal en actividades de I+D+i. El caso de España. Universidad del Norte. Barranquilla.
- Polo, J. (2014). Factores determinantes para la contratación de PhDs por la Industria Manufacturera Colombiana.
- Ramos, J (2012). Barreras a la innovación el caso de las empresas manufactureras colombianas. Universidad del norte.2012. Barranquilla.



- Rodríguez-Ponce, E., & Palma-Quiroz, Á. (2010). Desafíos de la educación superior en la economía del conocimiento. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 18(1), 8-14.
- Rodríguez, A. (2012). ¿Qué es la economía del conocimiento? Obtenido de: <http://red-academica.net/observatorio-academico/2012/06/15/que-es-la-economia-del-conocimiento/>
- Sánchez, C., & Ríos, H. (2011). La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México. *Enlace: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 8(2).
- Schumpeter, J. (1934), *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- SCHUMPETER, J.A., (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper, New York.
- Sørensen, J.B., & Stuart, T.E. (2000). Aging, Obsolescence and Organizational Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 45(1). 81-112.
- Stephan, P., Sumell, A., Black, G., & Adams, J. (2004). Doctoral education and economic.
- Tovar, D. A. (2013). Sociedad y economía del conocimiento. El caso colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4(1), 109-120
- Vega J. (2016). Cooperación universidad empresa como mecanismo de impulso a la innovación. Universidad del Norte. Barranquilla.
- Zahra, S., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 185-203.

