

**La relación entre creación de innovaciones y la cantidad de profesionales en el sector industrial: un análisis a partir de la encuesta de innovación del DANE 2017-2018**

Autor: José Alejandro Moreno De Freitas

Asesor: Juan Camilo Galvis Ciro

Trabajo de Investigación desarrollado para aprobar el curso de Paradigmas Tecnoeconómicos del Pregrado en Gestión del Emprendimiento y la Innovación

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS  
FACULTAD DE ECONOMÍA

MEDELLÍN

2021

## **1. Introducción**

Existe un creciente interés por analizar los factores que impulsan la innovación en las empresas. La teoría económica propone desde la teoría de los paradigmas tecnológicos, algunas variables al respecto. Desde esta visión, la oportunidad tecnológica, la apropiabilidad y las condiciones de mercados son los tres componentes claves para analizar las posibilidades de una mejora tecnológica.

A pesar de ser una guía para el análisis empírico, pocos estudios han explorado el vínculo entre la cantidad de personal ocupado y las posibilidades de innovar. El presente análisis se centra en la relación entre la creación de innovaciones en productos significativamente mejorados y la cantidad de personas profesionales (con un pregrado concluido) a partir de datos disponibles en la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) llevada a cabo por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), aplicada a la industria manufacturera colombiana en el período 2017-2018.

El objetivo es verificar cuántos profesionales requiere una industria para desarrollar una innovación en un producto significativamente mejorado para el mercado. Para dar respuesta al objetivo, se realiza una regresión entre ambas variables, junto con su caracterización estadística para tener mayor claridad sobre la situación actual en la industria colombiana.

Los resultados indican que solo las grandes empresas tienen el personal suficiente para realizar innovaciones ya que mínimo son necesario 87 profesionales en actividades científicas para desarrollar una innovación. Además, se encuentra que el sector que más innovaciones desarrolló fue el sector 108: Otros productos alimenticios (panadería, cacao, chocolate y productos de confitería, macarrones, fideos, alcuzczuz y productos farináceos similares, y comidas y platos preparados). Este sector, a su vez, fue uno de los sectores que más empleó profesionales en actividades científicas.

Además de esta introducción, este trabajo tiene la siguiente división. En la sección 2 se presenta el marco teórico. Luego, la sección 3 presenta los datos utilizados y sus estadísticas. En la sección 3 se estima el modelo y en la sección 4 se analizan los resultados. Por último, se presentan las conclusiones.

## **2. Marco Teórico**

Este trabajo parte de la teoría de los paradigmas tecnológicos desarrollada por Dosi (1982). Esta teoría propone que la oportunidad tecnológica depende de tres aspectos fundamentales:

- I. Avances en la Ciencia y la Tecnología: el mayor conocimiento de la ciencia permite expandir el acceso a datos e información para construir conocimientos, aparte de incrementar las capacidades de las empresas para la solución de problemas. Es decir, los avances científicos permiten dar soluciones a los viejos problemas tecnológicos.
- II. Avances en sectores relacionados: corresponde a las mejoras desarrolladas por los proveedores de insumos, maquinaria y equipo, tres factores que representan oportunidades para que cualquier empresa realice mejoras en su tecnología.
- III. Feedbacks de experiencias pasadas: son los aprendizajes adquiridos mediante el desarrollo de proyectos en la empresa en el pasado. Estas experiencias permiten direccionar los esfuerzos de I+D con mayor precisión al momento de emprender nuevos proyectos tecnológicos.

De acuerdo con la teoría de los paradigmas, se asume que la oportunidad tecnológica se puede medir por el tipo de personal empleado en la empresa. Entre más conocimiento tenga el personal éste puede contribuir con mayor probabilidad al desarrollo de innovaciones. Con base en esta idea, se propone el siguiente modelo básico:

$$Innovaciones_i = \alpha + \beta_1 Personal\ profesional\ ocupado_i + \varepsilon_i$$

En este modelo, *Innovaciones<sub>i</sub>* corresponde al número de bienes o servicios significativamente mejorados para el mercado nacional. Estos representan una mejora en un bien o servicio que ya es fabricado por los competidores directos de la empresa en el país, pero que se le hizo una mejora al producto para incrementar su competitividad en el mercado nacional.

De acuerdo con el DANE (2019), las empresas que obtuvieron al menos un bien o servicio significativamente mejorado para el mercado nacional se catalogan como ***innovadoras en sentido amplio***.

Por otro lado, *Personal profesional ocupado<sub>i</sub>* representa al personal profesional ocupado en cada sector, es decir, aquellos empleados que hayan concluido sus estudios de pregrado y estén asignados a actividades científicas en las empresas.

Por último,  $\varepsilon_i$  es el término de error con  $\varepsilon_i \sim (0, \sigma^2)$ , es decir, un término ruido blanco.

### **3. Estimaciones**

Es importante resaltar que el presente trabajo hace uso de la base de datos de la encuesta EDIT del DANE para la industria manufacturera en el período 2017-2018. Los datos de la encuesta se clasifican por un código correspondiente a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), donde los sectores analizados son especificados en la tabla 1.

Tabla 1 – Sectores por código CIU

<b>CIU</b>	<b>Sector</b>
101	Procesamiento y conservación de carne y pescado
102	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos
103	Elaboración de aceites y grasas
104	Elaboración de productos lácteos
105	Elaboración de productos de molinería, almidones y sus derivados
106	Elaboración de productos de café
107	Elaboración de azúcar y panela
108	Elaboración de otros productos alimenticios
109	Elaboración de alimentos preparados para animales
110	Elaboración de bebidas
131	Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles
139	Fabricación de otros productos textiles
141	Confección de prendas de vestir
143	Fabricación de artículos de punto y ganchillo
151	Curtido y recurtido de cueros y fabricación de artículos de viaje
152	Fabricación de calzado
161	Aserrado, acepillado e impregnación de la madera
162	Fabricación de hojas de madera para enchapado, tableros y paneles
163	Fabricación de partes y piezas de madera
164	Fabricación de recipientes de madera
169	Fabricación de otros productos de madera
170	Fabricación de papel y cartón
181	Actividades de impresión y servicios relacionados
190	Coquización, refinación del petróleo y mezcla de combustibles
201	Fabricación de sustancias químicas básicas y sus productos
203	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales
221	Fabricación de productos de caucho
222	Fabricación de productos de plástico
231	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
239	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.
242	Industrias básicas de metales preciosos y no ferrosos
251	Fabricación de productos metálicos para uso estructural
259	Fabricación de otros productos elaborados de metal
260	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos
270	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico
281	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general
282	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial
291	Fabricación de vehículos automotores y sus motores
292	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores
293	Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios para vehículos
300	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
311	Fabricación de muebles
312	Fabricación de colchones y somieres
321	Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos
323	Fabricación de artículos y equipo para la práctica del deporte
324	Fabricación de juegos, juguetes y rompecabezas
325	Fabricación de instrumentos, aparatos y materiales médicos y odontológicos
329	Otras industrias manufactureras n.c.p.

330	Mantenimiento y reparación de productos en metal, maquinaria y equipo
2021	Fabricación de plaguicidas y otros químicos de uso agropecuario
2022	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares
2023	Fabricación de jabones y detergentes, perfumes y preparados de tocador
2029	Fabricación de otros productos químicos n.c.p.
2100	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales
241-243	Industrias básicas de hierro y de acero - Fundición de metales

*Nota: elaboración de los autores.*

Por otra parte, en la tabla 2 se presentan las estadísticas descriptivas del número de innovaciones en bienes o servicios significativamente mejorados para estos sectores.

*Tabla 2 - Estadísticas descriptivas de Innovaciones productos mejorados*

Media	24,29
Error típico	4,04
Mediana	15
Moda	0
Desviación estándar	29,97
Varianza de la muestra	898,06
Curtosis	3,76
Coeficiente de asimetría	1,96
Rango	132
Mínimo	0
Máximo	132
Suma	1.336
Cuenta	55

*Nota: elaboración de los autores.*

De acuerdo con lo evidenciado en la tabla 2, en promedio cada sector desarrolló 24 innovaciones en bienes o servicios significativamente mejorados durante el período 2017-2018. Es importante mencionar que el sector que más innovaciones desarrolló fue el código CIIU 108: elaboración de otros productos alimenticios, con un total de 132 innovaciones en productos significativamente mejorados.<sup>1</sup> En segundo lugar, se ubica el CIIU 2023: fabricación de jabones, detergentes y otros, desarrollando 120 innovaciones en total. En tercer lugar, se posiciona el CIIU 2100: fabricación

---

<sup>1</sup> En el sector 108 de Otros Productos Alimenticios se encuentran: Elaboración de productos de panadería, cacao, chocolate y productos de confitería, macarrones, fideos, alucuzcuz y productos farináceos similares, y comidas y platos preparados.

de productos farmacéuticos, con un total de 88 innovaciones desarrolladas en el período 2017-2018. No obstante, 6 sectores no desarrollaron ninguna innovación de este tipo durante el período estudiado, correspondiendo a los códigos CIIU 161, 163, 203, 291, 321 y 323 (*ver tabla 1 para profundizar*).

Por su parte, también es válido indicar que la desviación estándar de los datos fue igual a 30, un poco mayor a la media, por lo que se deduce que existe una ligera heterogeneidad entre el desarrollo de innovaciones de cada sector estudiado. Con el fin de tener mayor capacidad de comparación, en la gráfica 1 se observa el comportamiento de la variable Número de innovaciones en bienes o servicios significativamente mejorados

*Gráfica 1 – Innovaciones productos mejorados (2017-2018)*



*Nota: elaboración de los autores.*

Se pasa ahora a caracterizar la variable de personal profesional ocupado por sector. En la tabla 3 se presentan las estadísticas descriptivas.

*Tabla 3 - Estadísticas descriptivas de Personal profesional ocupado*

Media	1.954,56
Error típico	269,13
Mediana	1.285
Moda	#N/D
Desviación estándar	1.995,93
Varianza de la muestra	3.983.735,58
Curtosis	2,71
Coficiente de asimetría	1,68
Rango	8.838
Mínimo	53
Máximo	8.891
Suma	107.501
Cuenta	55

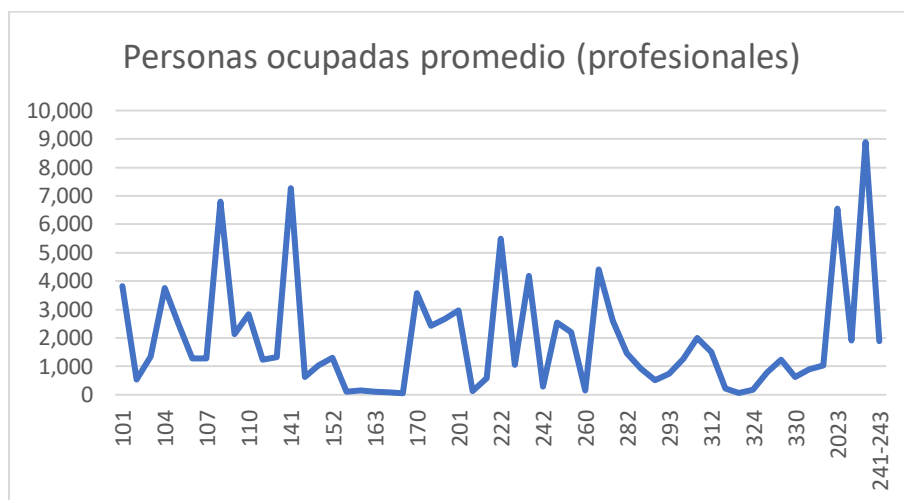
*Nota: elaboración de los autores.*

De acuerdo con los datos, cada sector cuenta, en promedio, con 1.955 profesionales dedicados a las actividades científicas para el año 2018. Según el máximo, el sector que más emplea es el de fabricación de productos farmacéuticos y sustancias químicas medicinales (CIU 2100) con un total de 8.891 profesionales; seguido de la industria de confección de prendas de vestir (CIU 141) que cuenta con 7.273 empleados profesionales. Para cerrar, se encuentra en tercer lugar el sector de elaboración de otros productos alimenticios (CIU 108), que dispone de 6.799 profesionales dedicados a ACTI. En este sentido, un aspecto a resaltar es que el sector de elaboración de otros productos alimenticios fue el tercero en cuanto empleados profesionales, pero fue el más eficiente ya que es el sector con mayor cantidad de innovaciones en productos significativamente mejorados durante el período analizado.

Por otro lado, la industria que menos emplea profesionales es la de fabricación de otros productos de madera (CIU 169) con solo 53 profesionales. En este caso la desviación estándar, con un valor de 1.995,93, es ligeramente mayor que la media, con un valor de 1.955 profesionales. Dicho esto, existe una heterogeneidad mucho menor entre los datos que hacen parte de esta variable, tal y como se presenta en la gráfica 2.



Gráfica 2 – Personal profesional ocupado<sub>i</sub> (2018)



Nota: elaboración de los autores.

Ahora, una vez conocida las estadísticas descriptivas de cada variable, se procede a estimar el modelo con la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Los resultados de la estimación se encuentran en la tabla 4.

Tabla 4 – Estimaciones del modelo

Variable Dependiente <i>Innovaciones productos mejorados<sub>i</sub></i>	Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios
<b>Constante</b>	1,6593
Error típico	3,6507
Estadístico t	0,4545
<b>Personal profesional ocupado<sub>i</sub></b>	0,0115*
Error típico	0,0013
Estadístico t	8,8189
<b>R<sup>2</sup><sub>adj</sub></b>	0.59
<b>F-Estadístico</b>	77,77
<b>Valor p (F-Est)</b>	0.0000

Nota: elaboración de los autores. \* Indica significancia al 1%.

En el gráfico 3 se muestran los residuales del modelo, donde se observa que tienen media cero y varianza constante, por lo que cumple con los supuestos del modelo de mínimos cuadrados ordinarios.

Gráfica 3 – Residuales del modelo



Nota: elaboración de los autores

#### 4. Análisis de resultados

Según los resultados reportados en la tabla 4, se determina que el parámetro asociado a la variable **Personal profesional ocupado<sub>i</sub>** es significativo en términos estadísticos, aunque la constante no resultó significativa. Dado ello, se tiene la siguiente ecuación:

$$Innovaciones\ productos\ mejorados_i = 0 + 0,0115Personal\ profesional\ ocupado_i$$

De acuerdo con los resultados, la inclusión de un nuevo profesional a una determinada industria incrementa las innovaciones en productos significativamente mejorados en:

$$\frac{\Delta Innovaciones\ productos\ mejorados_i}{\Delta Personal\ profesional\ ocupado_i} = \beta_1 = 0,0115$$

Esto indica que, para aumentar en una unidad las innovaciones en productos significativamente mejorados por sector, se debe incrementar el personal profesional en:

$\Delta \text{Innovaciones productos mejorados}_i = 0,0115$  sí y sólo si:  $\Delta \text{Personal profesional ocupado}_i = 1$

Por consiguiente:

$\Delta \text{Innovaciones productos mejorados}_i = 1$  sí y sólo si  **$\Delta \text{Personal profesional ocupado}_i = 86,95$**

Es decir, si en el sector industrial se aspira a incrementar el número de innovaciones en productos significativamente mejorados en 1 unidad, entonces dicho sector debe contratar 87 nuevos profesionales dedicados a las ACTI para lograrlo.

Este resultado es importante porque permitiría dar una noción de magnitud del tipo de empresas que puede innovar. Dada la calificación de las empresas en Colombia (ver tabla 5 abajo), se deduce que crear una innovación en productos significativamente mejorados es algo reservado para las medianas o grandes empresas debido a que estas empresas son las que cuentan con la capacidad de contar entre sus empleados a 87 personas o más.

Si una empresa catalogada como mediana de 199 personas (máximo posible) cuanta con 87 profesionales dedicados a las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), esto indicaría que casi el 50% de sus empleados están en dicha área. Claramente, esto es un resultado poco probable. Por tanto, el principal resultado es que en el caso colombiano el desarrollo de innovaciones en el sector industrial solo es probable que ocurra en las grandes empresas.

*Tabla 5 – empresas según su tamaño*

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Cantidad de empleados</b>
Microempresa	1 a 4
Pequeña Empresa	Entre 5 y 49
<b>Mediana Empresa</b>	<b>De 50 a 199</b>
<b>Gran Empresa</b>	<b>Más de 200</b>

*Nota: elaboración de los autores a partir de datos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.*

## **5. Conclusiones y comentarios adicionales**

A pesar de que existe un creciente interés por analizar la innovación, no existen estudios empíricos que verifiquen las relaciones que propone la teoría entre personal ocupado e innovación en el caso colombiano.

A partir de esta idea, este estudio analizó la situación de 7.529 empresas distribuidas en 54 sectores para el sector industrial colombiano con datos de la Encuesta de innovación del DANE. A partir de un modelo de regresión, se encontró que el 58% de la varianza de las innovaciones en productos significativamente mejorados se explica por la varianza de los profesionales ocupados en cada sector. Es decir, el tipo de personal influye de forma relevante en el desempeño innovador. Además, los resultados muestran que la cantidad de personal requerido para innovador solo se encuentra en las grandes empresas.

También se evidenció que, del total de sector de la encuesta, seis de ellos no crearon ninguna innovación en el período 2017-2018. Esto se presenta en gran parte debido a que, de acuerdo con el resultado de este trabajo, no disponen del personal mínimo suficiente para alcanzar este hito. Existe una disparidad bastante acentuada en los profesionales que tiene a su disposición cada sector industrial. Esto se observa sobre todo al saber que la industria con mayor cantidad de trabajadores tiene 8.891, mientras que la industria con la menor cantidad de profesionales tiene solo 53. Es decir, existen sectores industriales que agregan muy poco valor agregado a los bienes que producen ya que no tienen personal calificado.

Para futuras investigaciones, es importante verificar también la relación el gasto en I+D y el desempeño innovador para analizar cuántos pesos se necesitan invertir para lograr al menos una innovación. Esto permitiría verificar, al comparar el resultado con la clasificación por valor de los activos de las empresas, qué tipo de empresas (pequeñas, medianas o grandes) pueden

realizar la inversión necesaria para innovar. Es posible que el resultado de un análisis como el propuesto refuerce el resultado encontrado en el presente estudio.

### Referencias Bibliográficas

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT), período 2017-2018, Industria Manufacturera*. [Archivo de Excel]. Informe tomado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11(3), 147-162. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. <https://www.mincit.gov.co/>

Sistema CRM Impulsa (s/f). *¿Cómo se clasifican las empresas?* Recuperado de:

<https://www.sistemaimpulsa.com/blog/como-se-clasifican-las-empresas/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20cantidad%20de%20Trabajadores&text=En%20el%20caso%20de%20la,grandes%20empresas%20m%C3%A1s%20de%20200>