

# Transferencia tecnológica, capital humano y cooperación: factores determinantes de los resultados innovadores en la industria manufacturera en Colombia 2007-2008

## Technology transfer, human capital, and cooperation: Determinants of innovative output in the manufacturing industry in Colombia 2007-2008

Recibido: 01-08-2012. Aceptado: 26-10-2012

CARLOS HERNÁN GONZÁLEZ CAMPO<sup>1</sup>  
ANDREA HURTADO AYALA<sup>2</sup>

### Resumen

La inversión en tecnología y capital humano y en las redes de cooperación, juega un papel importante en el desarrollo del proceso innovador de un país; así lo prueban las diferentes perspectivas sobre innovación, incluida la teoría de desarrollo endógeno. Con la información de la IV Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, realizada en Colombia para el periodo 2007-2008, los autores utilizan un método de regresión lineal que permite definir las relaciones causales entre las variables mencionadas. Los resultados establecen que variables como tecnología, relaciones de cooperación e inversión en capital humano, determinan los resultados innovadores de la industria manufacturera colombiana, los cuales son mejores cuando se establecen relaciones de cooperación con otras entidades que apoyan la innovación y cuando se invierte en formación del capital humano.

**Palabras clave:** Innovación, transferencia tecnológica, capital humano, cooperación, inversión.

### Abstract

Investment in technology and human capital, and co-operation networks, appear to play an important role in the development of the innovative process of a country ; proof of this are the different perspectives on innovation, including the theory of endogenous development. With the information from the IV Survey for Technological Innovation and Development conducted in Colombia for the 2007-2008 period, The authors used a method of linear regression that allows defining causal relationships among the variables mentioned above. The results establish that variables like technology, the relations of cooperation, and investment in human capital determine the innovative results of the Colombian manufacturing industry, finding that these results are greater when they establish cooperative relations with other entities that support innovation and when investment in human capital formation takes place.

**Keywords:** Innovation; technology transfer, human capital, cooperation, investment.

1 Ph.D. Universidad del Valle – Colombia. Grupo de Investigación Humanismo y Gestión. Carlosh.gonzalez@correounivalle.edu.co

2 Universidad del Valle – Colombia. Grupo de Investigación Humanismo y Gestión. Anday490@yahoo.com

## Introducción

La globalización trajo consigo toda una revolución en las economías mundiales. La competitividad comenzó a redefinirse con base en una lógica en la que no solamente entran a jugar los costos, sino que se incorpora otro tipo de estrategias encaminadas a conservar la posición en el mercado. Entre estas estrategias se tiene la innovación como uno de los mecanismos que permite que empresas y países alcancen las capacidades y competencias que los distinguen en el mercado. El desarrollo de dicha innovación depende de ciertos niveles de inversión que determinan el progreso técnico y representa un importante avance en el crecimiento económico. La presente investigación busca establecer si los resultados de la innovación en la industria manufacturera colombiana se ven afectados por los niveles de inversión en investigación y desarrollo, más específicamente en tecnología y capital humano, y por la conformación de redes de cooperación entre las empresas del sector industrial y las diferentes organizaciones que se dedican al apoyo de la innovación.

Uno de los factores claves para obtener un mejoramiento significativo en el ámbito competitivo, es la inversión en actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo (I+D). Sin embargo, este proceso empieza desde el desarrollo o adopción de tecnologías innovadoras y la mejora de procesos, hasta el diseño de nuevos productos, procesos o sistemas de gestión y mercadeo. Por lo tanto, este recorrido hacia la innovación implica no solo la transferencia tecnológica, sino también la habilidad para aplicar los avances tecnológicos adoptados y las innovaciones logradas, lo cual requiere una inversión en capital humano que faculte la adaptación de las empresas a los nuevos cambios y continúen en el proceso permanente de generación de innovación. Nelson y Phelps (1966), afirman que la escasez de personal cualificado afecta los procesos innovadores y dificulta la adopción de niveles óptimos de formación y educación del capital humano en las empresas, lo cual es, indudablemente, un obstáculo para el desarrollo de la innovación y el incremento de la competitividad empresarial.

Adicionalmente, el desarrollo innovador no solo depende del incremento en la inversión en I+D; la cooperación empresarial es igualmente una de las alternativas para la transferencia de conocimiento e innovación. Incluso se ha evidenciado que las organizaciones pertenecientes a una red empresarial logran una fuerte estructura competitiva que les permite tener acceso a nueva tecnología y a procesos y productos innovadores (Grueso *et al.*, 2011).

En general, la capacidad de innovación de una empresa es el reflejo de su capacidad tecnológica, financiera y

organizacional, de sus inversiones en I+D y en formación del capital humano y de sus relaciones con otras empresas y centros de investigación públicos y privados (Peñaloza, 2007). Según lo propuesto por Brunet y Baltar (2010), se destacan los siguientes enfoques relacionados con el proceso innovador y la actividad emprendedora: 1) el enfoque schumpeteriano (Schumpeter, 1934); 2) el enfoque evolucionista (Nelson y Winter, 1982; Lundvall, 1992; Nelson, 1993); 3) el enfoque de la “máquina de innovar” o “innovación continua”, de Baumol (2002); y 4) el modelo no lineal, que incorpora la teoría del desarrollo endógeno (Romer, 1986; Lucas, 1988; Amin y Thrift, 1994; Maillat, 1995).

La evidencia empírica confirma los vínculos entre tecnología e innovación e incluso reafirma que la inversión en capital humano y desarrollo tecnológico es fuente de ventaja competitiva (Álvarez y Rodríguez, 2003). La estrategia de innovación también depende de la conformación de redes empresariales entre un grupo de empresas, las cuales cooperan para alcanzar sus objetivos comunes (Lundvall, 1992; Vence, 2007). En las redes de empresas, la innovación es analizada como un proceso social que contribuye a la formación de productos innovadores a través del tiempo (Asheim, 2000; Whittington *et al.*, 2009).

Puesto que el objetivo de la presente investigación es encontrar la relación existente entre los resultados de la innovación en la industria manufacturera colombiana con ciertos factores que según la literatura, son considerados determinantes en los procesos de innovación, es decir, la inversión en tecnología y capital humano, y la conformación de redes de cooperación, se utiliza la base de datos disponible en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) correspondiente a la IV Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT IV–Industria manufacturera 2007-2008) realizada en Colombia a la industria manufacturera, para el periodo 2007-2008. Se extraen las variables relacionadas con los factores anteriormente mencionados y utilizando como método estadístico la regresión lineal, se obtiene evidencia empírica de las relaciones existentes entre las diferentes variables, con los resultados de la innovación como variable dependiente.

La investigación se dividió en cinco secciones: 1) Revisión teórica y evidencia empírica sobre el estudio de la innovación, la inversión en I+D, las redes de cooperación, y la relación existente entre ellas. 2) El modelo conceptual por comprobar y las hipótesis planteadas para dicho modelo. 3) La metodología utilizada, que incluye la descripción de la muestra y el método estadístico. 4) Resultados. 5) Conclusiones.

## Revisión literaria

Schumpeter (1935) es considerado uno de los pioneros en referenciar el término innovación. Su definición tiene

como antecedente el concepto de “emprendedor” definido como “motor de una economía, y eje sobre lo que gira todo”. Schumpeter, define:

- Al empresario como el “agente que innova” y se preocupa por realizar nuevos productos, abrir nuevos mercados, obtener nuevas fuentes de financiación, nuevas formas de producción y de dirección, según el concepto de emprendedor.
- La innovación, conforme a diferentes tipos de casos de cambio que pueden ser considerados: la introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes (innovación de producto); el uso de una nueva fuente de materias primas; la agregación de un nuevo método de producción no existente en determinado sector o una nueva manera de comercializar un nuevo producto (innovación de proceso). La innovación de mercado que consiste en la apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado, mejores ofertas de factores de producción (sobre todo de materias primas) o el establecimiento de una nueva estructura organizativa en una determinada empresa.

Además del enfoque schumpeteriano se destacó también el enfoque evolucionista, el cual caracteriza las innovaciones como iniciativas empresariales que rompen el equilibrio de los mercados perfectos y se alcanza un monopolio temporal (Nelson y Winter, 1982; Lundvall, 1992). Igualmente, se tuvo en cuenta que la economía evoluciona continuamente a partir de los conocimientos endógenos sin la posibilidad de predecir los cambios estructurales futuros. El enfoque de la “máquina de innovar” o innovación continua de Baumol (2002), tuvo en cuenta la influencia de los entornos institucional, financiero y tecnológico sobre la visión schumpeteriana de la innovación e incorpora la lógica de la integración comercial como criterio para definir la política tecnológica y de innovación ya que los procesos de innovación son generados por instituciones de I+D que interactúan con múltiples agentes e instituciones. La estrategia de innovación, según Baumol, se relacionó con la constitución de redes empresariales que cooperan para alcanzar unos objetivos comunes orientados hacia el desarrollo competitivo de sus miembros y obtener unos beneficios individuales por medio del trabajo conjunto (Vence, 2007). Por último, la teoría del crecimiento endógeno “destacó la relación entre desarrollo empresarial y concentración geográfica (Malecki, 1997) y las ventajas de la proximidad y la cooperación (Storper, 1997; Becattini, 2002) para la creación colectiva del conocimiento” (Brunet y Baltar, 2010: 7). La teoría del desarrollo endógeno manifestó que la innovación, por lo general, no se realizó de forma individual sino gracias a la existencia de una capacidad

endógena de aprendizaje e innovación colectiva (Amin y Thrift, 1994; Maillat, 1995) en la que la innovación y las nuevas tecnologías no surgen; son endógenas al sistema productivo y a la propia economía (OCDE, 1992). A diferencia del enfoque schumpeteriano, todo lo que Schumpeter define como innovación, en la teoría del desarrollo endógeno, se interpreta como cambios ingenieriles en los productos, en los métodos y en las organizaciones, los cuales permiten a las empresas responder eficazmente a los retos que se presentan ante un aumento en la competitividad de los mercados.

De esta forma, mientras que los enfoques de Schumpeter (1934), el enfoque evolucionista (1982, 1992, 1993) y el enfoque de Baumol (2002) solo destacan las actividades tecnológicas del departamento de I+D como factores determinantes de la innovación, en el modelo interactivo, que se desarrolla a partir de la teoría del desarrollo endógeno, se destacó la capacidad tecnológica de la empresa en general y se considera la gestión de la innovación como un proceso en el que están incorporados la empresa, sus distribuidores, los clientes y demás instituciones. Por lo tanto, este artículo se origina de la teoría del desarrollo endógeno que entre sus apartes resalta la importancia del intercambio de conocimientos tecnológicos, la presencia de relaciones basadas en el conocimiento y las relaciones de cooperación y de competitividad entre las empresas. Adicionalmente, la teoría del desarrollo endógeno propone que las regiones de un país pueden ganar o perder según su dotación de recursos humanos y naturales y su vinculación a la economía global, por medio del establecimiento de redes.

Schumpeter (1934) y Solow (1956), sostienen que el progreso tecnológico es la fuerza que mejora el nivel de vida de las personas y consideran que las innovaciones son el motor del crecimiento. La inversión en I+D estimula la introducción de bienes de capital y produce la difusión del conocimiento lo que aumenta la productividad. Por lo tanto, el crecimiento económico puede mantenerse si las inversiones en bienes de capital, en capital humano y en I+D generan rendimientos crecientes por la vía de difusión del conocimiento y la innovación. El mejoramiento de la calidad de los recursos humanos, la introducción de nueva tecnología y la acumulación de conocimientos provenientes de inversiones en I+D, producen innovaciones que pueden extenderse por la transferencia de conocimiento a través de la red de relaciones de apoyo entre las empresas y demás agentes.

El proceso de innovación es un fenómeno complejo caracterizado por varias etapas, que van desde la investigación básica hasta la penetración en el mercado con nuevos productos. La mayoría de estudios empíricos sobre innovación no tuvieron en cuenta esta diversidad; por lo general,

se basaron en un único indicador de innovación, como los gastos de I+D y los recuentos de patentes (Hollenstein, 1996). En los últimos años, para evaluar los resultados de innovación de una empresa o una industria, se propuso el uso de medidas adicionales de actividad innovadora tales como la cuota de ventas de nuevos productos o costos totales de la innovación.

Estudios como el de Crepon, Duguet y Mairesse (1998) con los datos obtenidos de la encuesta francesa de innovación industrial, mostraron que el efecto de la I+D en la productividad considerando un paso intermedio entre las inversiones en I+D y el resultado económico, y concluyendo que la probabilidad de invertir en I+D se incrementó con el tamaño de la empresa, su cuota de mercado y su grado de diversificación y con la dinámica innovadora del mercado, adicionalmente, la productividad está positivamente correlacionada con los resultados tecnológicos, y controlada por la cualificación de los recursos humanos y la intensidad del capital físico.

Otros estudios empíricos analizaron los sistemas nacionales y regionales de innovación. Tal es el caso de Stern, Porter y Furman (1999, 2002), quienes realizaron un modelo que introduce una serie de variables relacionadas con las características microeconómicas y de los clusters de la nación, conforme a las características propias del sistema nacional de innovación (Nelson, 1993), adicionando la importancia de los recursos humanos, el efecto de los sistemas de educación científica sobre el sistema de I+D, algunas variables de competitividad del país, la presencia de clusters, el nivel de la demanda tecnológica interna, y la existencia de relaciones en el sistema de I+D.

Gumbau (1996) desarrolló un estudio del sistema regional de innovación español y destacó que en las regiones con una mayor oportunidad tecnológica, la composición sectorial explica parte de las diferencias que estimulan a la innovación. Además, se encontró que hay una relación positiva entre el capital humano y el nivel de innovación, y que existió una mayor propensión a patentar en regiones que presentan un mayor PIB per cápita. En las regiones españolas, no resultó significativo el gasto público en I+D, lo que indicó que las políticas públicas de I+D no son un estímulo para las actividades de innovación regionales.

Los estudios evidenciaron que los procesos de difusión de las innovaciones y del conocimiento están condicionados por el entorno (sistema de empresas, instituciones, actores económicos y sociales) en que las empresas toman las decisiones de inversión. Las empresas invierten en tecnología y conocimiento con el fin de mejorar su rentabilidad y su posicionamiento competitivo; pero sus necesidades y sus respuestas están condicionadas por el contexto en el que realizan su actividad productiva. Los resultados dependen,

por lo tanto, de lo que sus competidores hacen, del tipo de relaciones que las empresas mantienen con el entorno, y en definitiva, del carácter innovador o no del entorno.

Las primeras definiciones de innovación establecieron un fuerte vínculo entre esta y la tecnología. Sin embargo, es un error pensar que estos dos conceptos sean iguales ya que se deben tener en cuenta otros factores que pueden resultar de nuevas formas de combinar elementos existentes o aquellos propios de la creatividad. Es así como se vincula la innovación con transferencia de información y conocimiento, destacando la importancia de factores como la inversión, los procesos de I+D, el capital humano (Scarone, 2005), y el papel de las empresas para contribuir en la innovación de una economía. Algunos autores, también reconocen la capacidad de cooperación para ayudar a las empresas al intercambio de habilidades, información, conocimiento y tecnología (Hansen, 1999), llegando así a reconocer a las redes empresariales como un nuevo factor que favorece el acceso rápido a información, recursos y capacidades a los que algunas empresas no tienen acceso (Cravens y Piercy, 1994).

Según Dyer y Singh (1998), la creación de valor de una empresa derivada de las relaciones de cooperación con su red de socios ha crecido y el valor de la empresa ahora se ve influenciado por las alianzas (Anand y Khanna, 2000; Kale *et al.*, 2002). Las empresas son muy reconocidas por pertenecer a las redes de la vida social y profesional, y por el intercambio de relaciones con otros actores y su cooperación (Granovetter, 1985; Gulati y Gargiulo, 1999). Una red engloba un conjunto de relaciones con varias organizaciones que incluye clientes, proveedores, competidores e instituciones de investigación, con el objetivo de crear una red más amplia (Cook y Emerson, 1978). Desde esta perspectiva, las empresas ya no son consideradas como unidades individuales que prefieren los acuerdos transaccionales.

Por otra parte, las redes de cooperación conectan las empresas y les dan diferentes recursos y conocimientos sobre las tendencias de la industria y la competitividad (Larson, 1991; Tiessen, 1997; Gulati, 1998). Según Tiessen (1997) el colectivismo fomenta la iniciativa empresarial corporativa y el apalancamiento de recursos (Hamel y Prahalad 1993), que conduce a relaciones internas y externas eficientes. A medida que las interacciones se multiplican, la confianza a menudo se desarrolla dentro de la red (Powell *et al.*, 1996), lo cual facilita el intercambio de información y otros recursos (Jarillo, 1998).

## Modelo conceptual e hipótesis

Si se conjugan las diferentes posturas en torno a la innovación, se tiene en cuenta el dinamismo que le otorga la

teoría del desarrollo endógeno, y se parte de los hallazgos en diferentes estudios empíricos sobre innovación, se puede resumir que los resultados de la innovación en un país dependen de factores como la inversión en tecnología, la inversión en capital humano, y las relaciones de cooperación. El modelo conceptual propuesto en el estudio se muestra en la Figura 1. Las hipótesis asociadas al modelo son señaladas a continuación.



**Figura.1** Modelo conceptual

Fuente: Elaboración propia.

### Inversión en capital humano

La innovación es una actividad intensiva en capital humano; por tanto, el nivel de conocimientos de las personas es un determinante de la cantidad y calidad de la innovación.

El capital humano es un factor de gran importancia para el crecimiento económico, aunque el concepto ya había sido desarrollado por los economistas con anterioridad y solo hasta la aparición de los modelos de crecimiento endógeno (Romer, 1986; Lucas, 1988) se demostró la verdadera importancia del capital humano en el desarrollo económico. Son muchos los estudios que evidenciaron dicha relación entre el capital humano y el crecimiento económico, pero fueron Nelson y Phelps (1966) quienes argumentaron la existencia de una estrecha relación entre capital humano e innovación mediante un modelo que demostraba que una fuerza de trabajo mejor cualificada facilitaba a las empresas la adopción de nuevas tecnologías. Con anterioridad, Nelson y Phelps (1966) evidenciaron que una escasez de personal cualificado perjudicaba el desarrollo de nuevos productos y de nuevos procesos productivos e impedía el aumento en la competitividad de las empresas.

Pavitt (1980), Mincer y Higuchi (1988), Wolff (1994), Stoneman (1995) encontraron una relación positiva entre el aumento en la capacitación de los trabajadores y varios indicadores asociados al desarrollo de innovación. De Winne y Sels (2010) argumentan que el capital humano y la gestión de recursos humanos son factores de éxito fundamentales para la producción innovadora en las empresas. Smith *et al.* (2005) estudiaron el capital humano de los empleados y llegaron a la conclusión de que el número de años de educación y la diversidad en sus bases de conocimiento

tienen un impacto positivo en la generación de conocimiento y en la capacidad tecnológica de las empresas. Esta creación de conocimiento y capacidad tecnológica influyó posteriormente en la tasa de nuevos productos y servicios.

Por lo tanto, a partir de los estudios empíricos se concluyó que la fuerza impulsora del desarrollo económico y de la calidad de vida en un país es la inversión creciente en la conformación de capacidades científicas, tecnológicas y en capital humano (Peñaloza, 2007), y se demostró la relación existente entre innovación y capital humano. Conforme con esto, se plantean las siguientes hipótesis:

**Hipótesis 1:** Existe una relación positiva entre la inversión en capital humano y los resultados de la innovación de las empresas pertenecientes a los subsectores de la industria manufacturera colombiana.

### Relaciones de cooperación

En las últimas décadas ha habido un crecimiento sin precedentes de la asociación empresarial y la confianza en las diversas formas de cooperación externa (Coviello y Munro, 1995; Moen *et al.*, 2004; Wu, 2007; Chen y Wang, 2008). En la actualidad, las empresas de una amplia gama de industrias ejecutan la mayoría de los procesos de producción a través de algún tipo de cooperación externa. Los diferentes tipos de alianzas entre las empresas toman diversas formas, desde la asociación con entidades de investigación y desarrollo hasta convenios de cooperación en mercadeo. Las razones más comunes para explicar este aumento de la cooperación implican alguna combinación de riesgo compartido para obtener acceso a nuevos mercados y tecnologías, acelerando con ello la creación de nuevos productos y la puesta en común de capacidades complementarias (Kogut, 1989; Eisenhardt y Schoonhoven, 1996).

El término “redes” se utilizó desde la perspectiva de redes sociales y redes inter-organizacionales y desde el enfoque de redes industriales. Según Scott (2000), en la década de 1940 se identificaron dos orígenes del concepto de redes sociales: el de Radcliffe-Brown, basado en la estructura social, y el de Barnes (1954), desde un enfoque relacional de lo cotidiano. Barnes (1954) fue el primero en usar el análisis de redes, describir el sistema social de una comunidad noruega y definir la red como el conjunto de puntos (personas o grupos) unidos por líneas que indican la interacción entre los puntos.

A través de diferentes definiciones, se encontraron ciertas características del significado de red (vínculos, lazos o conexión entre diferentes agentes, intercambio de conocimiento, información, etc.) y a partir de ellas surgió el concepto de red empresarial para explicar la utilidad de las relaciones personales que buscan obtener conocimiento, información y recursos (Birley, 1985; Kogut, 2000; Johanson y Vahlne, 2009).

La literatura sobre la innovación reportó que en las últimas dos décadas hubo un cambio sistemático y fundamental en la forma como las empresas realizaron las actividades innovadoras; en particular, en el uso de las redes de cooperación externas de las empresas (Hagedoorn, 2002). La innovación es vista como un proceso que resulta de las diversas interacciones entre los diferentes actores (Doloreux, 2004). Las redes interorganizacionales e intersectoriales facilitaron los flujos acelerados de información, recursos y confianza necesarios para la innovación y se han convertido en una estrategia clave (Dewick y Miozzo, 2004).

La literatura existente sobre las relaciones de cooperación en red con el rendimiento de la innovación de las empresas, evidenció que la cooperación tuvo un impacto positivo sobre el desempeño innovador de las empresas (Brioschi *et al.*, 2002; Nieto y Santamaría, 2007). Bullinger *et al.* (2004) sugieren que las universidades, los institutos de investigación, los proveedores, los clientes y otros socios han generado un efecto importante en el conocimiento y el proceso de creación de innovaciones. Becker y Dietz (2004) afirman que la cooperación con distintos socios en I+D tuvo un efecto positivo en el logro de la innovación. De igual forma, Nieto y Santamaría (2007) concluyeron que el mayor impacto positivo en el grado de innovación de las empresas españolas provino de las redes de cooperación. Partiendo de estos hechos se plantea la segunda hipótesis:

**Hipótesis 2:** Existe una relación positiva entre las relaciones de cooperación y los resultados de la innovación de las empresas pertenecientes a los subsectores de la industria manufacturera colombiana.

### Inversión en transferencia tecnológica

El rápido cambio tecnológico por el que atraviesa el mundo contemporáneo plantea una serie de retos y oportunidades a la sociedad y a las diferentes economías del mundo. Es común encontrar que los países que no logran adaptar las transformaciones impulsadas por las nuevas tecnologías, corren el riesgo de afectar su crecimiento y desarrollo económico y de aumentar la brecha tecnológica con sus vecinos y competidores.

La evolución de la industria mundial ha hecho que los conocimientos de los empleados de las empresas y la inversión en capital humano no sean suficientes para enfrentar los desafíos de la globalización y se hace evidente la necesidad de obtener nuevos conocimientos tecnológicos, razón por la cual surgen los departamentos de investigación y desarrollo (I+D) que se han convertido en ficha fundamental para la generación de innovación en las empresas.

Cohen y Levinthal (1989) argumentan que la I+D implicó no sólo innovación, sino también aprendizaje; con la I+D se pretende mejorar la eficacia de la transferencia de tecnología

en las empresas. Sobre este aspecto, Kim y Nelson (2000) sugieren que la imitación a través de la adopción de las tecnologías existentes sirvió como una experiencia de aprendizaje eficaz que abrió el camino hacia la innovación tecnológica.

**Hipótesis 3:** Existe una relación positiva entre la inversión en transferencia tecnológica y los resultados de la innovación de las empresas pertenecientes a los subsectores de la industria manufacturera colombiana.

### Metodología

La muestra utilizada en este estudio es extraída de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT IV), industria manufacturera 2007-2008, realizada en Colombia. La muestra estuvo integrada por 64 de los 73 subsectores económicos que según la clasificación CIIU (código industrial internacional uniforme), conforman la industria manufacturera colombiana, agrupados en tres dígitos del CIIU. Esta encuesta se realizó mediante un grupo de apoyo técnico conformado por el DANE, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). La encuesta se dirigió a la totalidad de empresas industriales incluidas en el directorio definido para la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del 2008 que identificó 8.654 empresas, de las cuales 7.683 aplicaron la encuesta.

### Modelo

Con la base de datos descrita se realizó una regresión lineal en el programa estadístico SPSS versión 18, para explicar los resultados innovadores de los subsectores de la industria manufacturera colombiana. El análisis de regresión se utilizó para analizar las relaciones entre una variable dependiente con una o más variables independientes, para así explicar la variación de la variable dependiente conforme con los cambios en las variables independientes (Hair *et al.*, 1999).

La formulación básica del modelo de regresión lineal es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \mu$$

Donde:

$\beta_0$  = Constante.

$\beta_1$  = Coeficiente de regresión.

$X$  = Variable independiente, que puede ser

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$

$\mu$  = Error de predicción.

Las variables incluidas dentro del modelo son

**Variable dependiente:**

- *Resultados de la innovación:* Medida por el número de innovaciones llevadas a cabo por las empresas industriales, entre ellas bienes o servicios nuevos

o mejorados; métodos de producción, distribución, entrega o sistemas logísticos nuevos o mejorados; nuevos métodos organizativos implementados y técnicas de comercializaciones nuevas o mejoradas.

### Variables independientes

- *Inversión en capital humano*: Medida por el personal ocupado que recibió formación con recursos de las empresas industriales.
- *Relaciones de cooperación*: Medida por el número de lazos o relaciones establecidos por las empresas industriales para la realización de ACTI (actividades científicas, tecnológicas y de investigación), entre ellas, entidades de apoyo público como Colciencias, Sena, Superintendencia de Industria y Comercio, Proexport, Ministerios, y demás entidades como Icontec, universidades, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, agremiaciones y Cámaras de Comercio, entre otras.
- *Inversión en transferencia tecnológica*: Medida por el monto invertido en transferencia tecnológica.

### Resultados

Según la descripción de la muestra presentada en el boletín de prensa publicado por el DANE en mayo de 2011, sobre la encuesta de desarrollo e innovación tecnológica en la industria manufacturera (Edit IV 2007-2008), se resumen a continuación algunos de sus principales hallazgos.

De las 7.683 empresas de la industria manufacturera que se tomaron como base para este estudio, se puede decir que el 9,9% pertenecen al subsector fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel (código CIU 181); el 6,8% a fabricación de productos plásticos (código CIU 252); el 6,8% a fabricación de productos químicos (código CIU 242); y el 5,9% a elaboración de productos de panadería, macarrones, fideos, alcuzy y productos farináceos similares (código CIU 155).

De acuerdo con el tamaño de empresa, la encuesta obtuvo información de 5.194 empresas pequeñas, las cuales constituyeron 67,6% del total. Las medianas sumaron 1.760 empresas que correspondieron a 22,9% y las empresas grandes sumaron 729; es decir, 9,5% del total de encuestadas. Por el tipo de composición del capital, 7.203 empresas eran nacionales (93,8%) y 480 empresas, el 6,2% del total, empresas extranjeras.

En el 2008, el número de empresas que invirtieron en ACTI ascendió a 2.570 y cada una en promedio invirtió \$1.230,1 millones. Según el grado de innovación alcanzado, durante el período 2007-2008 el 4,6% de las empresas se clasifican como innovadoras en sentido estricto; el 33,2% como innovadoras en sentido amplio; el 5,3% como potencialmente innovadoras, y el 56,8% como empresas no innovadoras.

En 2008, el grupo industrial de fabricación de papel y cartón y productos de papel y cartón hizo el mayor aporte a la inversión en ACTI, con un 10,1% (\$320.763 millones), seguido de elaboración de bebidas (CIU159) con un 9,8% (\$310.602 millones) y otros productos químicos (CIU 242), que reportó 7,5% (\$238.057 millones).

Algunos aspectos metodológicos que se tuvieron en cuenta para realizar el modelo de regresión fueron:

- De los 64 subsectores que componen la base de datos, se excluyeron ocho subsectores que presentaban valores iguales a cero en las variables explicativas del modelo y quedó una muestra final de 56 subsectores. Entre los subsectores excluidos se encuentran: fabricación de artículos de piel (CIU 182); aserrado e impregnación de madera (CIU 201); fundición de metales (CIU 273); fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicación (CIU 321, 322, 323); fabricación de instrumentos ópticos y equipo de fotografía (CIU 332); y construcción y reparación de buques y otras embarcaciones (CIU 351). De las 7.683 empresas, estos subsectores poseen 108 empresas, es decir, que se excluye solo el 1,4% de empresas para la muestra final.
- En la estimación del modelo de regresión lineal se detectaron problemas de no linealidad en las variables que miden la inversión en transferencia tecnológica y las relaciones de cooperación. Este problema se corrigió con la transformación de estas variables de forma logarítmica.
- La encuesta fue realizada para el período 2007-2008; por lo tanto, teniendo en cuenta que algunas variables son medidas para todo el período (número de innovaciones, relaciones de cooperación), para el caso de las variables inversión en transferencia tecnológica y en capital humano, se realizó la sumatoria de los datos correspondiente a los años 2007 y 2008, para homogeneizar la muestra y evitar sesgos de información.

### Resultados del modelo

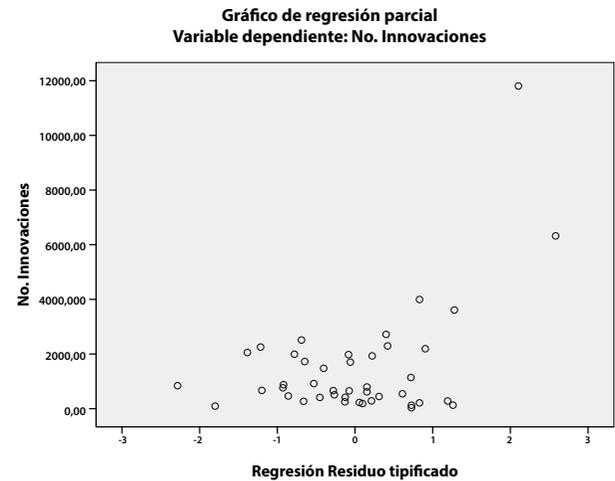
En la regresión múltiple se evaluaron algunos supuestos estadísticos que determinaron si las relaciones estimadas estaban sujetas a distorsiones o a sesgos potenciales y resumen la calidad del modelo (Hair *et al.*, 1999). Los supuestos son:

- *Linealidad del fenómeno medido*: No se debe observar ninguna forma funcional. La media es constante e igual a cero en todos los casos.
- *Homocedasticidad*: La varianza del término de error es constante; dispersión igual para toda la serie.
- *Independencia*: No se observan relaciones entre residuos o grupos de residuos en la evolución de los datos.

- *Normalidad de la distribución del término de error:* Es un paso importante para asegurar que la inferencia sobre los parámetros es apropiada.
- *No colinealidad:* Entre las variables independientes no debe existir relación lineal ni altas correlaciones.

El Cuadro 1 presenta los gráficos de regresión parcial para cada variable independiente y la relación neta entre las variables representadas. Para el caso de las variables que miden la transferencia tecnológica y las relaciones de cooperación, los gráficos de dispersión iniciales presentaban problemas de no linealidad, para lo cual se transformaron las variables teniendo en cuenta que poseen distribuciones asimétricas positivas; por lo tanto, se usa la transformación logarítmica que se encarga de comprimir los valores altos y expandir los valores bajos. En el Cuadro 1 se evidencia que tras la transformación, las variables presentan una tendencia lineal con pendiente positiva.

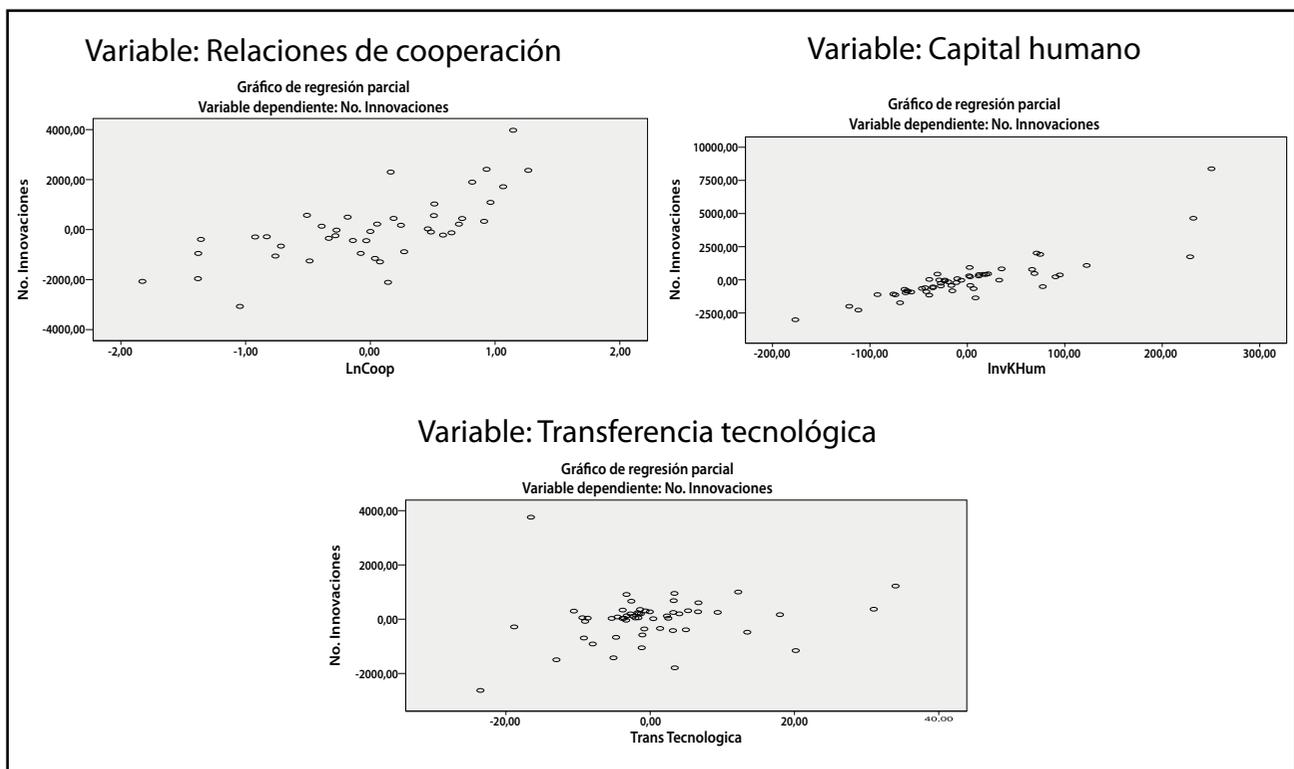
Para el caso del cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, se mide la igualdad de varianza de los residuos y los pronósticos a través del gráfico de residuos tipificados (Gráfico 1) en el que se puede observar que los términos de error son homocedásticos, dado que la variación de los residuos es uniforme en el rango de valores de los pronósticos. No se identificaron pautas de asociación; los residuos no conforman una figura o tendencia determinada.



**Gráfico 1.** Residuos tipificados

Fuente: Elaboración propia

Para probar la independencia de los residuos, se analizó el estadístico Durbin-Watson (Tabla 2) el cual indicó la no correlación lineal de los residuos. El estadístico Durbin-Watson proporcionó valores que fluctúan entre 0 y 4. Un valor cercano a cero indicará autocorrelación positiva; y uno cercano a 4, autocorrelación negativa. El valor 2 indica ausencia de autocorrelación, que es lo esperado en

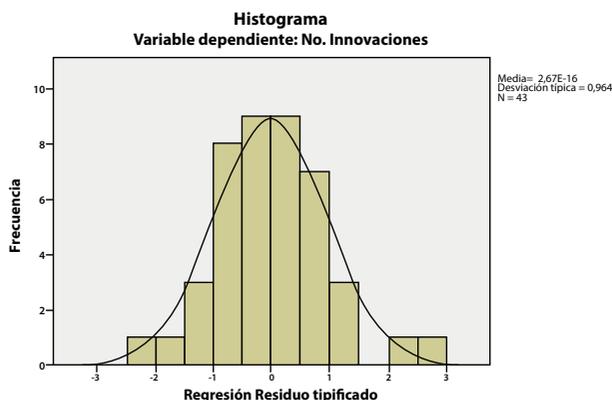


**Cuadro 1.** Gráficos de regresión parcial

Fuente: Elaboración propia

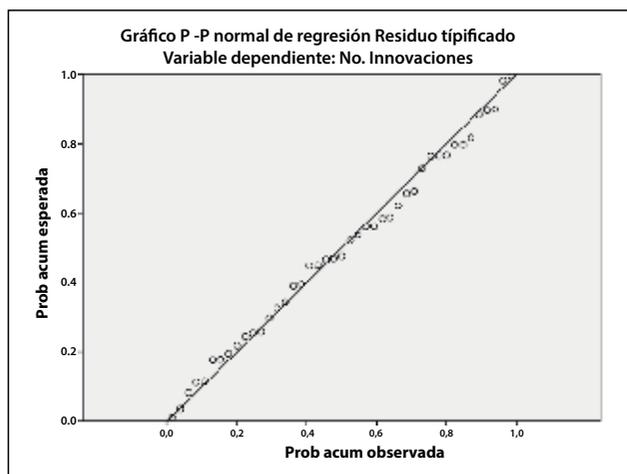
un modelo de regresión. Sin embargo, para valores cercanos (entre 1.5 y 2.5) se considera que existe independencia; por lo tanto, dado el valor del estadístico Durbin-Watson ( $D=1,508$ ) para el modelo presentado se cumple el supuesto de independencia.

Por otra parte, el supuesto de normalidad se puede comprobar a través del histograma y del gráfico de probabilidad normal Tipo P-P. El Gráfico 2 presenta el histograma que muestra la normalidad de los residuos tipificados.



**Gráfico 2.** Histograma

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 3.** Gráfico P-P normal

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1.** Diagnósticos de colinealidad

Dimensión	Autovalor	Índice de Condición	Proporciones de la varianza			
			Constante	Transferencia Tecnológica	Inv. Capital Humano	Rel. de Cooperación
1	3,327	1,000	,00	,00	,03	,00
2	,639	2,282	,00	,00	,84	,00
3	,420	12,705	,00	,03	,02	,71
4	,014	15,623	,99	,41	,11	,28

Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 3 representa las proporciones acumuladas de la variable esperada respecto a las proporciones acumuladas de la variable. Se observa que la nube de puntos se asemeja a la recta; por lo tanto, los residuos del modelo tienen una distribución normal.

La Tabla 1 muestra los diagnósticos de colinealidad del modelo de regresión a través de la solución de un análisis de componentes principales sobre la matriz estandarizada no centrada de productos cruzados de las variables independientes. Los autovalores informan sobre el número de factores diferentes que surgen en el grupo de variables independientes. El hecho de que solo se encuentre la presencia de un autovalor muy cercano a cero, indica que las variables independientes no están relacionadas entre sí. Adicionalmente, los índices de condición que representan la no colinealidad no deben superar el valor de 30 (Belsey, 1991); índices superiores a este valor representan un grave problema de colinealidad. En la Tabla 1 se observa que los índices de condición del modelo de regresión oscilan entre 1 y 15, cumpliéndose así el supuesto de no colinealidad.

En cuanto a las proporciones de varianza, la condición de no colinealidad se reflejó al encontrar que los índices de condición más altos no contribuyen a explicar gran cantidad de la varianza de dos o más variables (para el caso del índice de condición del factor 4, no explica más del 50% de la varianza de las variables).

En la Tabla 3, se encuentran otros estadísticos de colinealidad como son el nivel de tolerancia, que presenta problemas de colinealidad si sus valores son muy cercanos a cero (en este modelo, los valores de tolerancia son superiores al 50%), y el factor de inflación de varianza (FIV) que es inverso a los niveles de tolerancia; por lo tanto, niveles bajos del FIV implica ausencia de colinealidad. El valor aceptable del FIV, es que sea menor o igual a 5 (Kleinbaum *et al.*, 1988).

El cumplimiento de los supuestos del modelo de regresión lineal demuestra la fiabilidad y validez del modelo realizado para los fines de la investigación.

### Correlación de las variables

Los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables se presentan en la Tabla 2. Existe un vínculo no muy fuerte

entre la inversión en transferencia tecnológica y los resultados de la innovación. Se puede observar que la inversión en capital humano y las relaciones de cooperación tienen una alta correlación positiva y significativa con los resultados de la innovación ( $r = 0,724$ ,  $p < 0,01$ ;  $r = 0,745$ ,  $p < 0,01$ , respectivamente).

Los resultados del análisis de regresión son muy significativos. Las variables que caracterizan la inversión en capital humano, las relaciones de cooperación y la inversión en transferencia tecnológica, explican aproximadamente un 78% de la variabilidad de los resultados innovadores de los subsectores de la industria manufacturera colombiana. El modelo presentado resulta aceptable al considerar que los valores de F son muy significativos.

Como puede verse en la Tabla 3, el nivel de significancia del modelo es muy alto si se tiene en cuenta que todas las variables son significativas; los coeficientes estimados demuestran el cumplimiento de las hipótesis planteadas.

Los resultados del análisis de regresión destacan una relación positiva de la inversión en capital humano y en transferencia tecnológica, con respecto a los resultados innovadores de los subsectores. Este resultado permite comprobar las hipótesis 1 y 3 planteadas en este artículo, gracias a la relación positiva entre las variables de inversión en I+D (capital humano y transferencia tecnológica) y los

resultados innovadores. Puesto que la variable de inversión en transferencia tecnológica tiene una transformación logarítmica, decimos que si la inversión en transferencia tecnológica aumenta en un 1%, los resultados de la innovación se incrementan en 0,088% [ $1\% * 0,088$  (valor del coeficiente estimado)]. Este resultado indica que aunque la relación es positiva es muy débil. Realmente, la transferencia en tecnología tiene poca influencia en la innovación en los subsectores manufactureros colombianos.

La relación obtenida evidencia que la gestión tecnológica participa en el logro de resultados innovadores, asunto que ha sido abordado y probado por varios autores desde hace varias décadas (Christensen, 1995; Tidd, 2006; Burgelman *et al.*, 2004;). Por lo tanto, ya que la tecnología facilita la aplicación de conocimiento, se considera que el uso e impacto de la tecnología, la inversión que busca producir cambios tecnológicos por parte de las empresas, y todas aquellas actividades I+D, favorecen la gestión de la organización para el logro de innovaciones (Henderson y Clark, 1990; Roberts y Fusfield, 1981; Gopalakrishnan y Damanpour, 1997).

Adicionalmente, para países en desarrollo en donde pocas empresas poseen operaciones de I+D definidas, se aprovecha el inventario de conocimientos existentes como una forma de reducir la brecha tecnológica. Nelson (2000),

**Tabla 2.** Matriz de correlaciones

	Media	D.E	1	2	3	4
1. Innovación	1473,42	2047,01	1			
2. Transferencia tecnológica	12,11	2,20	0,407*	1		
3. Inv. Capital Humano	673,37	1174,04	0,724*	0,257**	1	
4. Relaciones de Cooperación	4,44	,87	0,745*	0,373	0,397*	1

Coefficiente Correlación Pearson, \* Significancia al 1%, \*\* Sinificancia al 5%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.** Resultados de la regresión lineal

Variables	$\beta$	t-student	p-valor	Estadísticos de Colinealidad	
				Tolerancia	VIF
Constante		-5,225	0,000		
Transferencia tecnológica	0,088	1,071	0,091	0,847	1,181
Inv. Capital Humano	0,497	6,004	0,000	0,829	1,207
Relaciones de Cooperación	0,515	5,972	0,000	0,763	1,310
R2		0,779			
F		45,748			
Sig.		0,000			
Durbin-Watson		1,508			

Fuente: Elaboración propia.

sugiere que la imitación mediante la adopción de tecnologías existentes sirve como una experiencia de aprendizaje eficaz que define el camino para la innovación tecnológica de un país; sin embargo, a partir de los resultados obtenidos, se demuestra que Colombia aún está rezagada con respecto a la realización de importantes cambios tecnológicos.

En cuanto a la inversión en capital humano, el coeficiente del modelo de regresión permite determinar que la inversión en formación y capacitación de dos personas, más los resultados de la innovación se incrementan en 0,994 unidades ( $2 \times 0,497$ ); es decir, que la relación entre ambas variables es 1:2, en la que por cada dos nuevos empleados en los que las empresas inviertan en formación, se puede presentar una nueva innovación.

Estos resultados permiten demostrar la existencia de una relación directa entre el incremento del capital humano y la mejora de las capacidades innovadoras, con resultados en términos de nuevos productos, procesos, formas de organización y mejoramiento, los cuales van acompañados de incrementos en la productividad y la competitividad de las empresas. Investigaciones anteriores han sugerido que el incremento del capital humano puede jugar un papel importante en la generación de la actividad innovadora dentro de una industria, si se da una alta calidad en el intercambio de conocimientos entre los actores principales dentro de dicha industria (Bianchi, 2001).

Esta relación entre el capital humano y la innovación en un país se basa en las diferentes formas como el capital puede convertirse en recursos y otros modos de compensación económica (Bourdieu, 1986), sobre la base de que los empleados que están mejor educados, tienen experiencia de trabajo más amplia, y al invertir más tiempo, energía y recursos en perfeccionar sus habilidades, están más capacitados para obtener mayores beneficios para sí mismos y al mismo tiempo contribuyen al bienestar general de la sociedad (Maskell y Malmberg, 1999). Además, se espera que la innovación, como una actividad intensiva en conocimiento, se relacione con el capital humano de múltiples maneras (Black y Lynch, 1996). Una de ellas es a través de la inversión en capital humano mediante la formación en el puesto de trabajo y la educación, que son fuerzas impulsoras detrás de los aumentos en la productividad y la competitividad en las empresas.

Entre las sugerencias de algunos autores se tienen las de De Winne y Sels (2010), quienes afirman que tras una revisión de la literatura que estudia la relación entre el capital humano y la innovación, los hallazgos no son del todo concluyentes y una posible explicación podría ser la falta de marcos conceptuales integrales. Según los autores, es posible que el capital humano de los empleados solo pueda contribuir a la innovación si se gestiona activamente

en concordancia con una estrategia de innovación. De igual forma, si se espera que el capital humano representado por los propietarios/gerentes esté relacionado con la innovación, esta relación puede depender de los recursos de capital humano representados por los demás empleados de la empresa que se encuentran bajo su dirección. Desde este punto de vista, De Winne y Sels (2010) sugieren el desarrollo de un marco conceptual que integre el capital humano de propietarios, gerentes y empleados, así como la gestión de recursos humanos.

Por otra parte, el análisis destaca el efecto positivo de las relaciones de cooperación con otras entidades sobre los resultados innovadores de los subsectores de la industria manufacturera colombiana, lo cual comprueba la hipótesis 2. Los resultados sugieren que gracias al incremento en un 1% de las relaciones con entidades que apoyan a las empresas industriales en la realización de actividades de ciencia, tecnología e investigación, los resultados innovadores de los subsectores económicos aumentarán en 0,515% ( $1\% \times 0,515$ ). En estudios previos, se ha detectado que toda relación de cooperación o redes creadas entre las empresas es uno de los factores que más influyen en las posibilidades de innovación de una organización, debido a que favorece el acceso a la información (Asheim, 2000) y permite un mayor acercamiento a los mercados internacionales de forma rápida y eficaz. Los resultados del análisis de regresión coinciden con los obtenidos por Arndt y Sternberg (2000), Gattiker y Ulhøi (2000), y Keeble (2000) que apoyan la idea de que las redes promueven la innovación. Otros autores han abordado el impacto positivo de las redes de cooperación sobre el desempeño innovador de las empresas (Brioschi *et al.*, 2002; Nieto y Santamaría, 2007).

## Conclusiones

- La investigación brinda evidencia empírica que permite comprender el desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e investigación en la industria colombiana, y de esta forma favorece la comprensión de las estrategias de innovación realizadas por las empresas pertenecientes a estos subsectores económicos.
- Este artículo aporta información sobre la influencia en los resultados innovadores de los subsectores industriales colombianos, de actividades de ciencia, tecnología e investigación, como la inversión en I+D representada por la inversión en capital humano y en transferencia tecnológica, y las relaciones de cooperación con otras entidades para el apoyo a la innovación. Este tipo de información permite conocer la forma como las empresas manufactureras desarrollan sus estrategias de innovación, basadas en recursos como la tecnología y el capital humano y en la capacidad de relacionarse con otras empresas o instituciones.

- Se identifican los subsectores que logran obtener resultados innovadores cuando poseen diferentes relaciones de cooperación con otras entidades que apoyan los procesos innovadores, cuando realizan inversiones para el fomento de la transferencia tecnológica y la formación del capital humano. Sin embargo, estos resultados innovadores tienden a incrementarse en mayor proporción ante una mayor inversión en el capital humano o un aumento en las relaciones de cooperación establecidas, situación que se presenta porque debe existir una relación mutua entre ambos tipos de inversión, al encontrarse ligadas con la generación de conocimiento. Por lo tanto, un personal más capacitado puede crear nuevas formas de producción o nuevos productos, pero para ello requiere un nivel tecnológico adecuado, recurso que resulta deficiente para el caso de los países en vía de desarrollo y que se encuentra reflejado en los bajos niveles de inversión en actividades de innovación que no permiten que mejore la competitividad.
- La encuesta mostró que más del 50% de las empresas industriales colombianas no invierten en innovación, lo que implica que aun cuando se pretenda mejorar la formación del capital humano, no se cuenta con los recursos necesarios para apoyar la creación de ideas innovadoras.
- Se necesita el compromiso por parte de la industria colombiana, de apoyar la inversión en actividades de innovación, y para ello es importante la transferencia del conocimiento entre empresas del sector, así como aprovechar la cooperación de las diferentes instituciones públicas y privadas cuya misión es apoyar las ACTI en Colombia, para lograr que a partir del cambio en el funcionamiento de las empresas, se alcance un mejoramiento en la competitividad de los subsectores basado en el incremento de resultados innovadores.
- Si se consideran los resultados de esta investigación y las deficiencias que se han encontrado dentro de los subsectores industriales colombianos, se brinda información relevante para la implementación de políticas públicas, que busquen incentivar el apoyo para la promoción de la transferencia de conocimiento e innovación que conduzca al mejoramiento del sector y lleve al crecimiento económico del país.
- Se deben fortalecer las relaciones de cooperación, ya que los resultados muestran su importancia para obtener resultados empresariales positivos producto de las innovaciones, al igual que promover la inversión en capital humano en las empresas, a través de oportunidades de financiación estatal para las empresas. Se considera que la transferencia tecnológica es uno de los temas críticos en inversión en I+D en Colombia, sin embargo, las empresas no muestran cambios tecnológicos significativos o los cambios son realizados por pocas empresas. Por lo tanto, se deben definir políticas de gestión del conocimiento para fomentar el desarrollo de nuevos productos y procesos a través del incentivo y apoyo a la inversión en I+D.
- Los cambios en las políticas públicas requieren modificaciones dentro de las empresas. Los directivos y gerentes deben tener como reto el mejoramiento de la competitividad y para ello deben reconocer la necesidad de inversión en I+D, y de fortalecer sus relaciones para mejorar su productividad.
- La investigación se basa en datos recogidos en una encuesta realizada en Colombia, en el 2008, que cubre información del periodo 2007-2008, y desde entonces es altamente probable que la industria manufacturera colombiana haya presentado varios cambios. Habría que tener en cuenta los últimos cambios en la industria colombiana para interpretar los resultados en un contexto más reciente. Igualmente, los resultados de este estudio no pueden generalizarse si se tiene en cuenta que las condiciones económicas y culturales de Colombia son diferentes a las de otros países.
- Se sugiere que este mismo estudio se realice con series de datos para analizar el cambio en el tiempo de las variables descritas y se propone que en investigaciones futuras se busque estudiar la relación entre los diferentes tipos de inversión en I+D y las diversas entidades que brindan el apoyo a las actividades de inversión en innovación en Colombia, con el fin de encontrar las fortalezas y debilidades sobre los diferentes tipos de inversión y las posibilidades de explotar las relaciones de cooperación para conseguir mejores resultados empresariales y una mayor ventaja competitiva sectorial y regional.

## Bibliografía

- ÁLVAREZ, V., y RODRÍGUEZ, D. Del Sector Ciencia y Tecnología a la Sociedad del Conocimiento, Fundación Centro Gumilla, UCAB, Caracas, 2003.
- AMIN, A. y THRIFT, N. Globalization, Institutions and Regional Development in Europe, Oxford, Oxford University Press, 1994.
- ANAND, B. N., KHANNA, T. Do firms learn to create value? The case of alliances. *Strategic Management Journal*, 21(3), 2000, pp. 295-315.
- ARNDT, O., y STERNBERG, R. Do manufacturing firms profit from intraregional innovation linkages? An empirical based answer. En: *European Planning Studies*, 8, 2000, pp. 465-485
- ASHEIM, B.T. Industrial Districts: The contributions of Marshall and beyond. En: Clark, G., Feldman, M., GERTLER, M. (Eds.), *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford University Press, Oxford, 2000, pp. 413-431.
- BARNES, J.A. Class and Committee in a Norwegian Island Parish. En: *Human Relations* 7, 1954, pp.39-58.

- BAUMOL, W. *Entrepreneurship, Innovation and Growth: The David-Goliath Simbiosis, Talk Based on the Materials from the Free Market Innovation Machine: Analyzing the Growth Miracle of Capitalism*, Princeton, Princeton University Press, 2002.
- BECATTINI, G. *Del Distrito Industrial Marshalliano a la Teoría del distrito contemporánea, una breve reconstrucción crítica*. Investigaciones Regionales. Asociación española de ciencia regional, 2002, N° 1, pp. 9-32.
- BECKER, W., y DIETZ, J. R and D cooperation and innovation activities of firms - evidence for the German manufacturing industry. En: *Research Policy*, vol. 33, 2004, pp. 209-223.
- BELSEY, D.A. *Conditioning diagnostic: Collinearity and weak data in regression*. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- BIANCHI, T. With and without co-operation: two alternative strategies in the food processing industry in the Italian South, *Entrepreneurship & Regional Development*, 13, 2001, pp. 117-145.
- BIRLEY, S. *Entrepreneurs Networks: Their creation and development in different countries*, En: *Canfield School of Management*, 1985.
- BLACK, S. y LYNCH, L. Human-capital investments and productivity, *American Economic Review*, 86, 1996, pp. 263-268.
- BOURDIEU, D. The forms of capital, in Richardson, J., *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (New York: Greenwood), 1986, pp. 241-258.
- BRIOSCHI, F., BRIOSCHI, M.S., y CAINELLI, G. From the industrial district to the district group: an insight into the evolution of local capitalism in Italy. En: *Regional Studies* 36(9), 2002, pp. 1037-1052.
- BRUNET, I., y BALTAR, F. *Desarrollo endógeno, calidad institucional e innovación. Una revisión de la teoría y de algunos de sus límites*. En: *Revista del CLAD Reforma y Democracia*. No. 48.2010, pp.115-148.
- BULLINGER, H.J., AUERNHAMMER, K., y GOMERINGER, A. *Managing innovation networks in the knowledge driven economy*. En: *International Journal of Production Research* 42(17), 2004, pp. 3337-3353.
- BURGELMAN, R., MAIDIQUE, M.A. y WHEELWRIGHT, S.C. *Strategic Management of Technology and Innovation*. McGraw-Hill, New York, 2004, pp. 8-12.
- CHENG, M., y WANG, M. Social network and a new venture's innovative capability: the role of trust within entrepreneurial teams. *R&D management*, 38 (3), 2008, pp. 253-264.
- CHRISTENSEN, J.F. *Asset profiles for technological innovation*, *Research Policy* 24, 1995, pp. 727-745.
- COHEN, W. Y LEVINTHAL, D. *Innovation and learning: the two faces of R&D*. En: *The Economic Journal*, 99, septiembre 1989, pp. 569-596.
- COOK, K. S., y EMERSON, R. M. *Power, equity and commitment in exchange networks*. *American Sociological Review*, 43, 1978, pp.721 - 739.
- COVIELLO, N.E, y MUNRO, H.J. *Growing the entrepreneurial Firm: Networking international market development*, *European Journal of Marketing*, vol.29, 1995, pp.49-61.
- CRAVENS, D.W., y PIERCY, N. E. *Relationship Marketing and Collaborative Networks in Service Organization*. En: *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 5, No. 5, 1994, pp.39-53
- CREPON, B., E. DUGUET, y J. MAIRESSE. *Research, Innovation, and Productivity, An Econometric Analysis at the Firm Level*. En: *Economics of Innovation and New Technology*, 7 (3), 1998, pp. 115-156.
- DE WINNE, S, y SELS, L. *Interrelationships between human capital, HRM and innovation in Belgian start-ups aiming at an innovation strategy* *The International Journal of Human Resource Management*, Vol. 21, No. 11, September 2010, 1863-1883
- DEWICK, P., MIOZZO, M. *Networks and innovation: sustainable technologies in Scottish social housing*. En: *R & D Management*. 34 (4), 2004, pp. 323-333.
- DOLOREUX, D. *Regional Innovation Systems in Canada: A Comparative Study*. En: *Regional Studies* vol.38.5, 2004, pp. 481-494.
- DYER, J.H. y SINGH, H. *The relational view: cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage*. *Academy of Management Review*, 23(4), 1998, pp.660-679.
- EISENHARDT, K. M., y SCHOONHOVEN, C. B. *Resource-Based View of Strategic Alliance Formation: Strategic and Social Effects in Entrepreneurial Firms*. *Organization Science* 7(2), 1996, pp. 136-150
- GATTIKER, U. E., y ULHØI, J. P. *The Entrepreneurial Phenomena in a Cross-National Context*. *Handbook of organizational behavior*. G. R. New York and Basel, Marcel Dekker, 2000, pp. 389-414.
- GOPALAKRISHNAN, S., y DAMANPOUR, F.A *Review of Innovation Research in Economics, Sociology and Technology Management*. *Omega*. Vol. 25.N° 1, 1997, pp.15 28.
- GRANOVETTER, M. *Economic action and social structure: The problem of embeddedness*. *American Journal of Sociology*. 91, 1985, pp. 481-510.
- GRUESO, M., GÓMEZ, J., y GARAY, L. *Redes empresariales e innovación: el caso de una red del sector cosmético en Bogotá (Colombia)*. En: *Estudios Gerenciales*. vol.27 no.11, 2011, pp.189-203.
- GULATI, R. *Alliances and networks*. *Strategic Management Journal*, 19(4), 1998, pp.293-317.
- GULATI, R., y GARGUILO, M. *Where do interorganizational networks come from?*, *American Journal of Sociology*, 104 (5), 1999, pp. 1439-1493.
- GUMBAU, M. *La dimensión regional de la innovación tecnológica*, IVIE-WPEC96-08, Valencia, 1996.
- HAGEDOORN, J. *Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960*. En: *Research Policy* 31(4), 2002, pp. 477-492.
- HAIR JR., J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM R.L., y BLACK, W.C. *Análisis Multivariante*. 5ª edición, ed. Prentice Hall Iberia, 1999.
- HAMEL, G., y PRAHALAD, C.K. *Strategic as Stretch and Leverage*, *Harvard Business Review*, March-April, 1993, pp.75-84.
- HANSEN, M.T. *The search transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits*. En: *Administrative Science Quarterly* 44, 1999, pp. 82-111.
- HENDERSON, R. M., y CLARK, K. B. *Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms*. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 1990, pp. 9-22
- HOLLENSTEIN, H. *A Composite Indicator of a Firm's Innovativeness. An Empirical Analysis Based on Survey Data for Swiss Manufacturing* En: *Research Policy* 25, 1996, pp. 633-645.
- JARILLO, J.C. *On Strategic Networks*. *Strategic Management Journal*, 9, 1988, pp. 31-41.
- JOHANSON, J., y VAHLNE, J. *The Uppsala internationalization process model revisited: From liability of foreignness to lia-*

- bility of outsidership. En: *Journal of International Business Studies*, vol. 40, no. 9, 2009, pp. 1411-1431.
- KALE, P.; DYER, J.H., y SINGH, H. Alliance, capability, stock market response, and term alliances success: The role of the alliance function. *Strategic Management Journal* 23 (8), 2002, pp. 747 – 767.
- KEEBLE, D. Collective learning processes in European high-technology milieux. En: D. KEEBLE, D. y WILKINSON, F. (eds.) *High-technology clusters, networking and collective learning in Europe*. Aldershot: Ashgate, 2000, pp. 199-229
- KIM, L., y NELSON, R.R. *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*. Cambridge, MA, Cambridge University Press, 2000.
- KLEINBAUM, D. G., KUPPER, L. L., y MULLER, K. E. *Applied Regression Analysis and Other Multivariate Analysis Methods*. Boston: PWS-Kent Publishing Company, 1988.
- KOGUT, B. The network as knowledge: Generative rules and the emergence of structure. En: *Strategic Management Journal*, 21(3), 2000, pp. 405-425.
- KOGUT, B. The Stability of Joint Ventures: Reciprocity and Competitive Rivalry. *The Journal of Industrial Economics* 38(2), 1989, pp.183-198.
- LARSON, A. Partner Networks: Leveraging External Ties to Improve Entrepreneurial Performance, *Journal of Business Venturing*, Vol. 6, 1991, 173-188.
- LUCAS, R. On the mechanics of development planning. En: *Journal of Monetary Economics*, 22, 1, Julio, 1988.
- LUNDEVALL, B. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter Publishers, 1992.
- MAILLAT, D. Territorial Dynamic, Innovative Milieus and Regional Policy. En: *Entrepreneurship and Regional Development*, N° 7, Aberdeen, 1995, pp. 157-165.
- MALECKI, E. *Technology and Economic Development: the Dynamics of Local, Regional and National Competitiveness*, Londres, Addison-Wesley, Longman. 2 ed., 1997.
- MASKELL, P., y MALMBERG, A. Localised learning and industrial competitiveness, *Cambridge Journal of Economics*, 23, 1999, pp. 167-185.
- MINCER, J. y HIGUCHI, Y. Wage structures and labour turnover in the U.S. and Japan. En: *Journal of Japanese and International Economics*, n°. 2, 1988, pp. 97-133.
- MOEN, O, GAVLEN, M., y ENDRESEN, I. Internationalization of small, computer software firms: Entry forms and market selections. *European Journal of Marketing* 38 (9-10), 2004, pp.1236-1251.
- NELSON, R. National innovation systems, en: Acs, Z. (ed.), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*. Pinter Publishers: London and New York, 2000, p. 11-26.
- NELSON, R. *National Innovation Systems: a Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- NELSON, R. y WINTER, S. *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 1982.
- NELSON, R., y PHELPS, E. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. En: *American Economic Review: Papers and Proceedings* 51 (2), 1966, pp.69-75.
- NIETO, M.J., y SANTAMARÍA, L. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. En: *Technovation* 27(6-7), 2007, pp. 367-377.
- OCDE. *Principios básicos propuestos para la recogida e interpretación de datos de innovación tecnológica*. En: *Manual de Oslo*, 1ª Edición, París, 1992.
- PAVITT, K. *Technical innovation and British economic performance*, Macmillan, Londres, 1980.
- PEÑALOZA, M. *Tecnología e Innovación*. En: *Actualidad Contables FACES*. Año 10 No. 15, Julio-Diciembre 2007.
- POWELL, W., KOPUT, K., y SMITH-DOERR, L. *Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology*. *Administrative Science Quarterly* 41 (1), 1996, pp.116-45.
- ROBERTS, E. B., y FUSFIELD, A. R. Staffing the innovative technology-based organization. *Sloan Management Review*, 22, 1981, pp.19-34.
- ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. En: *Journal of Political Economy*, 94, octubre, 1986.
- SCARONE, C. La innovación en la empresa: la orientación al mercado como factor de éxito en el proceso de innovación en producto. En: *Interdisciplinary Institute (IN3) (2005)*: <http://www.uoc.edu/in3/esp/index.htm>. Recuperado el 2 de Marzo de 2012.
- SCHUMPETER, J. *Teoría del desenvolvimiento económico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1934.
- SCHUMPETER, J. The analysis of economic change, En: *Review of Economic Statistics*, No. 17, 1935, pp. 2-10.
- SCOTT, J. *Social Network Analysis*. Newbury Park, Londres: Sage, 1991.
- SMITH, K.G., COLLINS, C.J., y CLARK, K.D. Existing Knowledge, Knowledge Creation Capability and the Rate of New Product Introduction in High-technology Firms. En: *Academy of Management Journal*, 48, 2005, 346-357.
- SOLOW, R. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, Harvard University, Vol.78, 1956, pp.65-94.
- STERN, S.; PORTER, M. E. y FURMAN, J. L. The Determinants of National Innovative Capacity, NBER Working Paper 7876.1999.
- STERN, S.; PORTER, M. E., y FURMAN, J. L. Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para América Latina. En: *Claves de Economía Mundial*, ICEX, Madrid, 2002, pp. 78-88.
- STONEMAN, P. *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Blackwell, 1995.
- STORPER, M. *The Regional World: Territorial Development in a Global Economy*, Nueva York, Guilford Press, 1997.
- TIDD, J. A review of innovation models, Discussion Paper, Imperial College London, 2006, pp.1-16.
- TIESSEN, J.H. Individualism, collectivism, and entrepreneurship: A framework for international comparative research. *Journal of Business Venturing*, 12(5), 1997, pp.367-384.
- VENCE, X. *Crecimiento y política de innovación: nuevas tendencias y experiencias comparadas*, Madrid, Pirámide, 2007.
- WHITTINGTON K.-B., OWEN-SMITH J., y POWELL W. Networks, Proximity, and Innovation in Knowledge-intensive Industries, *Administrative Science Quarterly*, 54, (1), 2009, pp.90-122.
- WOLFF, E. Technology, capital accumulation, and log run growth. En: Jan et al. (eds.), *The dynamics of technology, trade, and growth*, Edward Elgar Publishing Ltd., Londres, 1994, págs. 53-74.
- WU, L.Y. Entrepreneurial resources, dynamic capabilities and start-up performance of Taiwan's high-tech firms. *Journal of Business research*, 60, 2007, pp.549-555.