

Universidad de los Andes.

Facultad de Economía. Maestría en Economía.

Contribución de la innovación al desarrollo del sector manufacturero en Colombia entre los años 2005 y 2010.

Nombre del Asesor: Munir Jalil Barney.

Presentado por: Iván Darío Reina Ramírez (200112389).

Fecha: 22 de julio de 2013.

Resumen

Este documento analiza la contribución de la innovación al desarrollo del sector manufacturero en Colombia durante los años 2005 a 2010. Dicha contribución, medida como la generación de valor agregado a partir del monto invertido y la dedicación de personal hacia Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI). Para realizar este estudio se utilizaron datos de sección cruzada pura, combinando las siguientes dos fuentes de información: La Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, ambas organizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para los períodos de estudio. Los resultados indican que un incremento del 1% en el monto invertido en ACTI generó un incremento en el valor agregado de entre 0.09% y 0.18%, para cada uno de los años objeto de investigación; mientras que respecto de la asignación de personal ocupado en ACTI no se encontró evidencia concluyente sobre su relación con la generación de valor agregado.

Abstract

This document analyzes the contribution of innovation to the development of the manufacturing sector in Colombia during the years 2005-2010. This contribution, measured as the generation of added value from the amount invested and the dedication of staff to Activities for Science, Technology and Innovation (ACTI, in spanish). For this study we used pure cross-sectional data, combining these two sources of information: Annual Manufacturing Survey and the Survey of Development and Technological Innovation, both organized by the National Administrative Department of Statistics (DANE, in spanish), for

periods of study. The results indicate that an increase of 1% on the amount invested in ACTI generated an increase in the added value of between 0.09% and 0.18%, for each of the years under investigation, while, regarding the allocation of personnel employed in ACTI, We did not found conclusive evidence of their relationship to the generation of added value.

Palabras clave: Innovación, industria manufactura, valor agregado, Colombia.

1. Antecedentes

1.1 Motivación

Es común escuchar el concepto de que la innovación es un elemento esencial para asegurar la supervivencia y competitividad de un organismo dentro de su grupo¹. Nuevas formas de producción, nuevas metodologías de comercialización, o simplemente mejoras incrementales en procesos transversales, pueden explicar cómo un país o una empresa amplían su ventaja frente a sus competidores más cercanos, o cómo logra cerrar la brecha respecto a los países o empresas líderes, según el caso. Igualmente, la intuición nos lleva a pensar que aquél que no se reinventa y está en constante revisión y autocrítica está destinado a desaparecer, sólo por el efecto de volverse obsoleto y entrar en una espiral de rezagos que conllevan al retraso y la desaparición.

No es difícil encontrar ejemplos prácticos conocidos por todos para sustentar ese concepto. A manera de ilustración, y para empezar a introducir el impacto que puede tener la innovación sobre la generación de valor alrededor del mundo, citaremos a continuación algunos ejemplos de compañías exitosas basadas en innovación. Compañías como la estadounidense Apple, que tuvo una serie de innovaciones de la mano de su cofundador y líder desde su reintegro hasta su fallecimiento, experimentó en sí misma lo que significa el desarrollo basado en la innovación. Sus productos -con marca registrada- como el *iMac*, *iPod*, *iPhone* y el *iPad* revolucionaron la industria de la música, telecomunicaciones y acceso a la información como nunca antes compañía alguna lo había hecho. Eso le valió

¹ Por ejemplo, Schumpeter 1934 y Porter 1990, argumentan en sus trabajos que la innovación es un factor crítico de éxito tanto para la supervivencia como para la competitividad de los países en el contexto internacional, o las empresas dentro de un mercado.

para hacerse a la participación de mercado que otras compañías habían liderado por años, como es el caso de la finlandesa *Nokia* y la canadiense *Research in Motion (RIM)*, creadora del *Blackberry*, para el caso de teléfonos móviles.

Sin embargo, los mercados en los que compite Apple no se han quedado del todo quietos. Aparecieron otras compañías, que en el afán de supervivir y competir, se lanzaron a la tarea de innovar y poner el reto cada vez más alto. Es el caso de la surcoreana *Samsung*, quien en el mercado de telefonía móvil, ha logrado ponerse a la altura de su principal competidor y desarrollar teléfonos y dispositivos móviles que hoy en día han dado un vuelco nuevamente a la tabla de posiciones. De acuerdo con las cifras publicadas trimestralmente por la Corporación Internacional de Datos –IDC, por sus siglas en inglés-, proveedor líder a nivel mundial de información de inteligencia de mercados de telefonía móvil², quien lideraba el mercado de teléfonos inteligentes a finales del año 2009 era Nokia, con una participación de mercado medida por número de teléfonos despachados de 38,59%, seguido por RIM y Apple, quienes contaban con el 19,85% y 16,14%, respectivamente; para esa época, Samsung apenas contaba con el 3,34% del mercado. Tan solo tres años después, y como resultado de las innovaciones que en materia de telefonía móvil inteligente se presentaron a nivel mundial, las participaciones en este mercado cambiaron abruptamente: al cierre del 2012 el líder de la tabla era la surcoreana Samsung con una participación de 29,12%, seguida por Apple con el 24,22%. Nokia y RIM, por su parte, terminaron ese año con una participación de apenas 8,2% y 6,7%. Estas cifras han continuado mostrando una disminución para Nokia y RIM: la última publicación de IDC para el primer trimestre de 2013 incluso recoge la participación de éstas dos últimas en un rubro denominado “Otros”, mientras continúan su batalla para *sobrevivir*. La participación de Samsung y Apple para el primer trimestre de 2013 ya se ubica en 32.7% y 17.3%, respectivamente. Definitivamente un mercado que se reacomoda continuamente como resultado de la constante innovación de sus competidores y que seguro mantendrá el dinamismo en la tabla de posiciones a futuro.

Cuando revisamos el contexto local, infortunadamente, nos enfrentamos a un escenario distinto. Por supuesto que en Colombia hemos sido innovadores de alguna

² International Data Corporation (IDC), o Corporación Internación de Datos, en su traducción literal al castellano.

manera, y un par de casos vamos a comentar más adelante, pero lo cierto es que la innovación en Colombia se presenta en un grado menor a lo que se observa internacionalmente, donde los productos con alto contenido de valor agregado abundan. Así lo confirma el Índice Global de Innovación en su edición del año 2012, una medición organizada por la escuela de negocios INSEAD y la Organización Mundial de Propiedad Intelectual, agencia de las Naciones Unidas especializada en el tema. De acuerdo a dicho índice, Colombia se ubica en el puesto 65 dentro del ranking mundial de países innovadores, con una calificación total de 35.5 de un máximo de 100.

Si hemos de citar un ejemplo de agregación de valor, uno bueno sería el modelo adoptado por la compañía colombiana Procafecol, quien iniciando la década pasada decide lanzar su propia marca de café bajo el nombre “Juan Valdez” en puntos de venta propios y para atender un mercado en busca de café de calidad, acompañado de una presentación e imagen fresca y la posibilidad de acceder al producto ya terminado (valor agregado) y elaborado con café premium colombiano, ampliamente reconocido como uno de los mejores del mundo (calidad). La oferta se complementó con diferentes tipologías de café, pastelería para acompañar y hasta material de mercadeo comercializado directamente en las tiendas. Al final del día, se diseñó todo un concepto alrededor de un producto que históricamente ha sido cercano a la economía colombiana para generar y atender ese nuevo mercado. Actualmente la marca Juan Valdez, la cual -de acuerdo a la Federación Nacional de Cafeteros- *“es la única marca de café de relevancia internacional que le pertenece a productores de café”*, tiene más de doscientas tiendas a nivel nacional e internacional, incluyendo presencia en Estados Unidos, España, Chile, Panamá, Aruba y Ecuador, además de mantener 3.600 puntos de venta en supermercados en 11 países, de los cuales 528 se encuentran en Colombia.³

Otro ejemplo de innovación industrial en Colombia es el caso de Alpina, compañía que inició operaciones en 1945 en el municipio de Sopo, Cundinamarca, comprando botellas de leche y elaborando manualmente el queso diario. Actualmente la compañía, que factura ingresos cercanos a los U\$1.000 millones anuales y genera empleo a más de 6.300 personas, mantiene la innovación como uno de los atributos fundamentales y transversales de la organización:

³ Federación Nacional de Cafeteros.

- “En promedio, en los últimos 5 años, la organización Alpina ha lanzado 52,6 productos cada año a los diferentes mercados en donde se encuentra presente. Esto representa casi un nuevo producto cada semana del año.
- En 2012, el 5.3% de sus ventas vinieron de la venta de productos nuevos.
- Presentación al mercado colombiano del concepto de alimentación funcional con productos exitosos como Regeneris y Yox.
- Formación del Instituto Alpina, núcleo de investigación para la creación de conocimiento científico al servicio de la industria de alimentos y la nutrición”.⁴

Al final, son ejemplos prácticos que nos llevan a pensar que, en efecto, los esfuerzos en innovación se traducen en un desarrollo, medido éste como el incremento en ventas, incremento de la utilidad, reducción de costos, o la generación de impactos en otras esferas como lo social o ambiental. Finalmente, impactos positivos derivados intuitivamente de la inversión en innovación.

Sin embargo, surge un gran interrogante alrededor de ese concepto, y es si, en efecto, la inversión en innovación se traduce en generación de valor y en qué magnitud lo hace. La intuición y ejemplos prácticos nos llevan a pensar que así es, aunque no contemos con una forma de probarlo y ser conscientes de que la relación existe. Tampoco sabemos cómo se traduce una unidad adicional de inversión en innovación sobre la generación de valor, elemento que sería fundamental para la proposición de políticas públicas, más aun en el contexto nacional donde el gobierno actual ha establecido que una de sus *locomotoras* es el *desarrollo de nuevos sectores basados en la innovación*⁵.

Esto es, pues, lo que motiva la presente investigación. Validar la hipótesis de que, en general, la innovación es un motor de desarrollo, hipótesis que se acotará en concreto más adelante, y en qué medida se traduce esa innovación en variables de desarrollo como la generación de valor agregado.

Esperamos con ello contribuir al entendimiento del concepto y generar conocimiento sustentado a partir de allí, servir de base para futuras investigaciones que extrapolen el caso a otras esferas, y proponer políticas para desarrollar diferentes sectores de la economía que

⁴ Diario económico La República.

⁵ Departamento Nacional de Planeación. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.

lo requieran con más urgencia, como por ejemplo sectores dependientes de la tasa de cambio o afectados por la sobreviviente ola de acuerdos comerciales que exigirán nuevas estrategias basadas en la innovación.

El presente trabajo está dividido de la siguiente manera: el primer capítulo presenta los antecedentes y justificación del estudio, así como sus objetivo e hipótesis. En el segundo capítulo se hace una revisión de la literatura teórica y práctica acerca de planteamientos sobre crecimiento basado en innovación, y estudios e investigaciones concretas sobre la medición de los avances en innovación en Colombia, con especial énfasis en la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica organizada por el DANE. El capítulo tercero presenta la metodología a utilizar para desarrollar la investigación, así como la especificación y una aproximación intuitiva de los resultados. El capítulo cuarto presenta la fuente de los datos utilizados y su proceso de construcción y depuración. El capítulo quinto contiene los resultados de la investigación y sus respectivas interpretaciones. En el capítulo sexto se presentan las conclusiones de este trabajo, y, finalmente, el capítulo séptimo contiene la bibliografía utilizada durante la elaboración del documento.

1.2 Definiciones y conceptos

Antes de continuar, es importante entender qué significa la innovación y por qué es relevante en el contexto económico actual, con el fin de unificar el entendimiento y preparar el camino por el cual se desarrolla la investigación.

Para ello, a continuación se muestran tres definiciones relevantes de “innovación”:

- RAE⁶. Innovación: Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado.
- Schumpeter (1934). Generación de nuevos bienes de capital, nuevas formas de producir o introducir un nuevo bien al mercado (destrucción creativa).

⁶ Real Academia Española.

- OCDE⁷. Todo bien o servicio nuevo o significativamente mejorado introducido en el mercado, o todo proceso nuevo o significativamente mejorado introducido en la empresa, o todo método organizativo nuevo o significativamente mejorado introducido en la empresa, o toda técnica de comercialización nueva o significativamente mejorada introducida en la empresa.

Decimos, entonces, que innovación es un concepto asociado a crear, renovar, hacer las cosas de manera diferente, explorar nuevos caminos y alternativas, todo esto en busca de mejores resultados. No en vano Albert Einstein decía que “si quieres resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”.

Dicho lo anterior, nos preguntamos ahora por qué es importante innovar y qué beneficios trae para la entidad innovadora. Necesitamos comprender la intuición detrás de ese concepto que por momentos parece etéreo, pero que al materializarse tiene poderosas consecuencias.

En primer lugar, diremos que a través de la innovación podemos sobresalir. En efecto, la innovación permite marcar diferencias de la empresa innovadora frente a sus competidores, generando nuevos mercados e ingresos asociados. Siempre que se logre descubrir o desarrollar nuevos productos o formas de producción *antes* que la competencia, tendremos como resultado una diferenciación, clave para entender el concepto de *sobresalir* por encima del resto del grupo y conseguir nuevos ingresos relacionados. Recordemos nada más el ejemplo de Apple con su producto iPad. Es bien conocido que su momento de introducción al mercado y el tiempo que duró en un estilo de “monopolio” mientras sus competidores desarrollaban sus propios productos, fue propicio para cautivar una gran porción del mercado mundial de tabletas y conseguir nuevos ingresos asociados.

En segundo lugar, resaltamos que, definitivamente, como argumentaban Porter (1990) y Schumpeter (1934), la innovación es un elemento que asegura la supervivencia y competitividad de un organismo dentro de su grupo (persona, empresa, país). No se trata entonces solo de competencia, sino de subsistencia. La innovación significa progreso, y el

⁷ Organización de Cooperación y Desarrollo Económico OCDE. Manual de Oslo. Concepto adoptado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, en la realización de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica EDIT.

progreso permite a las sociedades desarrollarse, evolucionar, crecer y evitar su propia desaparición o estancamiento.

Y no solo eso. De acuerdo con el concepto adoptado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la innovación “consiste en crear nuevas formas de organizar, gestionar, producir, entregar, comercializar, vender y relacionarse con clientes y proveedores; logrando, en última instancia, generar valor agregado a través de toda la cadena productiva” (DNP, 2010, p. 54). Permite cerrar brechas y vacíos de mercado para atender necesidades específicas o creación de nuevas necesidades y hábitos de consumo. En general, es la base del desarrollo económico de una empresa o un país, según Schumpeter (1934).

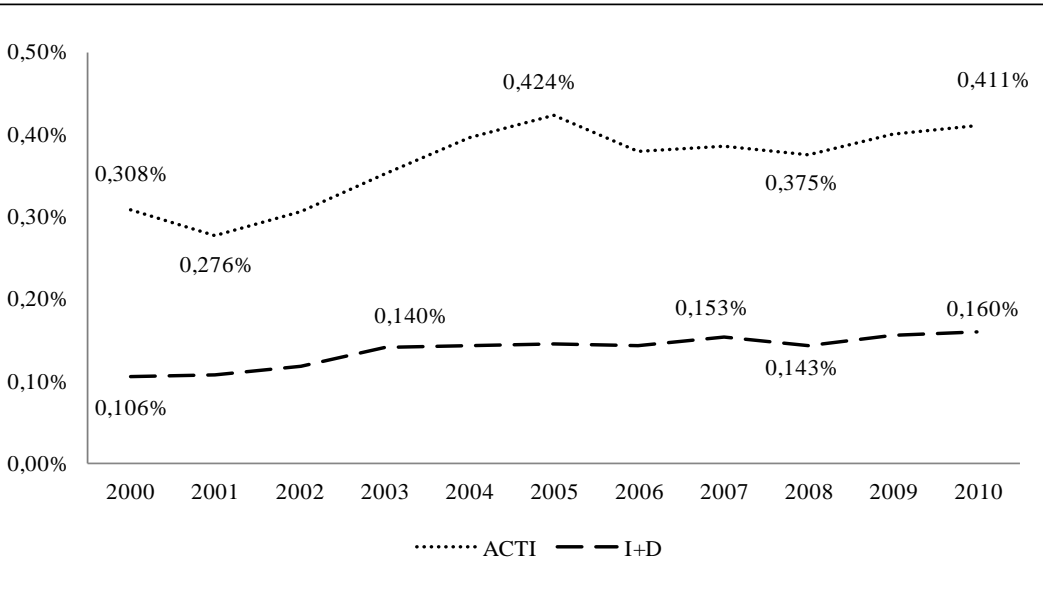
1.3. Contexto nacional e internacional

Una vez entendido el concepto de innovación y la intuición detrás de sus implicaciones, es importante analizar el estado de la innovación colombiana en el contexto nacional e internacional, con el fin de dimensionar el tamaño de la brecha que aún está por cerrar frente a nuestros más cercanos competidores y lo que nos distancia de los líderes internacionales.

En efecto, en Colombia hablar de innovación es a la vez algo cercano y lejano. Es un elemento propio de nuestra cultura, pero con poca formación y conciencia alrededor. Es claro que el colombiano es emprendedor, curioso, le gusta investigar y renovar sus formas de hacer las cosas. Sin embargo, por otro lado, esos procesos de innovación son más espontáneos que sistemáticos. Las innovaciones se basan más en un modelo de generación accidental que en un método sistemático de originación de nuevas ideas. Es por eso que no muchos de nuestros productos colombianos contienen alto valor agregado, y, más bien, hacen parte de una cadena de compra y venta o producción con bajo valor agregado y venta, que ha resultado en una historia de innovación al azar.

De hecho, la inversión en Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación (ACTI) y en Investigación y Desarrollo (I+D) es relativamente baja en Colombia. De acuerdo al Observatorio de Ciencia y Tecnología – OCyT-, para el año 2010 se invertían en el país 0.41% y 0.16% del PIB en ACTI y en I+D, respectivamente, y en la historia reciente del país, el comportamiento de la inversión en esos campos ha sido similar, como se muestra la Gráfica 1 a continuación:

Gráfica 1. Inversión en ACTI e I+D en Colombia como porcentaje del PIB. Años 2000 a 2010.



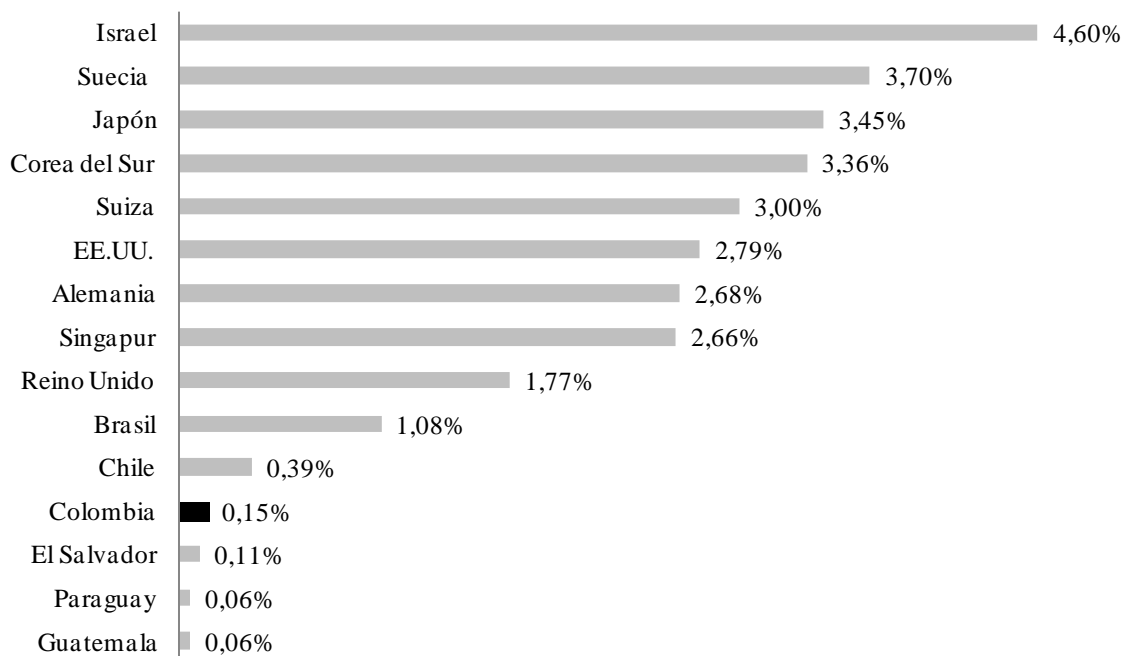
Fuente: Observatorio de Ciencia y Tecnología - OCyT.

Adicionalmente, la medición de indicadores de innovación en Colombia inició recientemente, cuando el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) concentraron esfuerzos en desarrollar una metodología para medir la capacidad de innovación a través de una encuesta que hoy se denomina Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) y que actualmente va por su quinta edición, luego de tener sus primeros pilotos a finales de la década de los 90’s.

Revisando el contexto internacional las cifras no son más alentadoras. Fuertes economías, reconocidas por generar productos con alto valor agregado, mantienen altas inversiones en I+D como porcentaje del PIB: Suecia: 3.70%, Japón: 3.45%, Suiza: 3.00%, EEUU: 2.79%, Alemania: 2.68%, Reino unido: 1.77%, Brasil: 1.08%; mientras Colombia

mantiene una inversión en I+D del 0.15% como porcentaje del PIB, de acuerdo a cifras del Banco Mundial. En la Gráfica 2 se observa un comparativo internacional, donde resalta, por ejemplo, el caso de Israel, quien, a pesar de la adversidad, se ha convertido en un referente mundial de innovación y desarrollo⁸.

Gráfica 2. Gasto mundial en I+D como porcentaje del PIB. Año 2008



Fuente: Datos del Banco Mundial. Gráfica es construcción propia.

No obstante lo anterior, las actuales políticas públicas muestran el grado de conciencia que existe en los gobernantes y la comunidad frente al claro rezago en innovación. Por un lado, el Departamento Nacional de Planeación incluyó el tema como uno de los pilares fundamentales del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. De hecho, se trata de una de las llamadas “locomotoras de desarrollo” del país: *creación de nuevos*

⁸ Israel es un país de cerca de 8 millones de habitantes, con un mercado local pequeño, un mercado regional casi inexistente debido a sus permanentes disputas con países vecinos, su idioma oficial –hebreo- no se habla oficialmente en ningún otro lugar del mundo, sus recursos naturales son muy escasos y los desiertos cubren gran parte de su extensión de tierra. No obstante, es reconocido ampliamente por su capacidad de emprender negocios basados en innovación tecnológica y es comparado en muchas ocasiones con Silicon Valley en su capacidad de generar valor.

sectores basados en la innovación. Locomotora que se motiva también por la necesidad que tiene el país de generar nuevos sectores, mercados y productos para atender y enfrentar la nueva demanda y oferta de productos, respectivamente, asociada a la firma de acuerdos comerciales con grandes economías mundiales.

Adicionalmente, dentro de la reforma que se impulsó recientemente en el Congreso de la República respecto de la nueva distribución de las regalías, se incluyó una partida del 10% de dichos recursos para destinar a actividades de ciencia, tecnología e innovación, lo que significa cerca de \$1 billón al año. Con la entrada de estos nuevos recursos, cuyo inversión va a ser liderada por Colciencias, se espera que para el 2014 la inversión en I+D en Colombia alcance el 0.5% del PIB⁹.

Finalmente, es de resaltar la dinámica que ha generado el sector manufacturero alrededor de la innovación a lo largo de la última década y cómo esa dinámica favorece los tiempos de retorno de la inversión en ACTI. Sin ser uno de los países que más invierte en innovación como porcentaje del PIB, Colombia goza de reconocimiento mundial como país innovador, con un clima de negocios que favorece y acelera los procesos de gestión del conocimiento e ideas innovadoras, y con capital humano orientado a emprender nuevas líneas y sectores productivos, en aprovechamiento de la curva de crecimiento y posicionamiento de su economía frente a sus vecinos de la región¹⁰. Lo anterior, unido a la globalización de su economía y la cada vez más rápida transferencia del conocimiento y tecnologías provenientes de otros países, nos permitirían considerar que la innovación ha dejado de ser un proceso de mediano plazo, convirtiéndose cada vez más en una actividad cuyos tiempos de retorno de inversión sean menores. En ese mismo sentido, se podría afirmar que la aceleración del proceso de innovación es cada vez mayor, pues la generación de nuevos productos se basa en las innovaciones ya existentes, formando un efecto “bola de nieve” que permite rentabilizar las innovaciones cada vez en menores tiempos.

1.4 Grandes interrogantes y aproximación hacia un mejor entendimiento

⁹ El Colombiano, diario regional. Entrevista al Director de Planeación Nacional, Hernando José Gómez Restrepo.

¹⁰ Un ejemplo reciente es el premio que recibió la ciudad de Medellín como la ciudad más innovadora del mundo en el concurso City of The Year, organizado por el diario estadounidense Wall Street Journal y Citi Group; incluso superando a ciudades como Tel Aviv y Nueva York, las otras dos finalistas entre cerca de 200 ciudades de todo el mundo.

Entendiendo de qué se trata la innovación y sus implicaciones, el contexto en el que se encuentra Colombia local e internacionalmente, y los pasos que se están dando en materia de políticas públicas para enfrentar el rezago que ya se ha mencionado, nos queda preguntarnos si, en efecto, será suficiente el monto de recursos que se va a destinar a actividades científicas, tecnológicas y de innovación en Colombia. Preguntarnos, por ejemplo, cuál será la contribución de esa inversión en innovación en el desarrollo económico del país, o qué monto de inversión en innovación es consistente con el nivel de crecimiento sostenido que se requiere para generar empleo de manera sostenida y combatir la pobreza en Colombia.

Todas esas preguntas válidas, y para las cuales proponemos una primera aproximación que aborde una pregunta en concreto, a partir de la cual se pueda en un futuro empezar a construir respuestas para todas las demás: ¿Cuál fue la contribución de la inversión en innovación a la generación de valor agregado del sector manufacturero en Colombia, para los años 2005 a 2010?. En ese contexto, entendiendo “inversión” como una asignación monetaria y/o humana en actividades científicas, tecnológicas y de innovación (ACTI). “Contribución”, tanto en dirección (positiva, negativa o neutra), como en magnitud (un peso de inversión en ACTI o una persona dedicada a ACTI qué contribución tuvo sobre la generación de valor agregado). Y generación de “valor agregado” del sector, con base en la definición establecida por el DANE en su medición de la Encuesta Anual Manufacturera, equivalente a la resta entre la producción y el consumo intermedio (valor de todos los insumos utilizados por el establecimiento en el proceso productivo¹¹). Vale aclarar que utilizamos la medida de “valor agregado” en lugar de “producción”, puesto que la innovación puede tener efectos tanto en la generación de nuevos ingresos como en la disminución de los costos de producción, por lo que una medida que incorpore ambos efectos, como valor agregado, resulta más acertada para medir la contribución de la innovación al desarrollo del sector.

Resulta interesante el sector manufacturero porque es un sector crucial para la economía colombiana, pues significa cerca del 15% del total del Producto Interno Bruto, siendo el tercer sector de mayor participación, según el Departamento Administrativo

¹¹ De acuerdo a la definición de “consumo intermedio”, del Documento Metodológico EAM.

Nacional de Estadística¹², y uno de los que requiere el mayor salto cuantitativo para enfrentar adecuadamente la competencia proveniente de tratados de libre comercial suscritos y los venideros. Asimismo, su comportamiento reciente ha sido débil. A pesar de ser el tercer sector de mayor importancia, cerró el año 2012 con un crecimiento negativo del 0.7%. El período de tiempo de la investigación concuerda con la disponibilidad de datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT), también organizada por el DANE.

Una respuesta a esa pregunta podría ser la base para que futuras investigaciones escalen al siguiente nivel y continúen cerrando esos vacíos en el mapa de interrogantes que se crea alrededor de esta misma problemática. Por ejemplo, estudiando la contribución sobre otros sectores de la economía e incorporando otras épocas o variables económicas más agregadas.

Así, pues, el objetivo general de la presente investigación es determinar la contribución de la innovación sobre la generación de valor agregado del sector manufacturero colombiano en el período 2005 a 2010.

De allí se desprenden tres objetivos específicos de investigación, a saber:

- Proponer una metodología para medir la contribución de la inversión en innovación al crecimiento del sector manufacturero en Colombia entre los años 2005 y 2010.
- Proponer decisiones de política para impulsar el crecimiento del sector industrial colombiano y enfrentar adecuadamente la competencia proveniente de acuerdos comerciales.
- Contar con una medición de la contribución de la innovación a un sector económico específico, que sirva como base para estudios e investigaciones similares en otros sectores de la economía.

¹² DANE, Cuentas Nacionales Trimestrales, cierre 2010.

Finalmente, con base en las definiciones, conceptos e intuición detrás del tema de la innovación, y en línea con modelos teóricos de crecimiento fundamentados en progreso tecnológico, se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis principal: Existe una relación positiva entre la inversión en ACTI y la generación de valor agregado¹³, para el sector manufacturero en Colombia en los años 2005 a 2010.

Hipótesis secundarias: De la hipótesis principal se desprenden las siguientes hipótesis secundarias:

- Mayores niveles de inversión en actividades científicas, tecnológicas y de innovación (ACTI) resultan en un incremento significativo de valor agregado de los subsectores manufactureros.
- Empresas que dedican mayor número de personas a actividades científicas, tecnológicas y de innovación (ACTI), obtienen mayores niveles de valor agregado.

2. Revisión de literatura

La literatura relacionada con el tema de investigación se divide en dos partes: la literatura de tipo teórico, donde se establecen los planteamientos teóricos del crecimiento económico con base en la innovación y la importancia que algunos autores le han atribuido al progreso tecnológico sobre el desarrollo de una economía; y la literatura de tipo práctico, donde se encuentran los hechos estilizados de la innovación a nivel país, sus implicaciones en los contextos nacional e internacional, sus mediciones por sectores económicos y los esfuerzos que han dedicado las economías desarrolladas y no desarrolladas para impulsar la investigación y desarrollo y caracterizar su dinámica tecnológica.

¹³ De acuerdo a la definición de valor agregado establecida por la EAM del DANE.

2.1 Literatura de tipo teórico

Existe relativo consenso entre economistas respecto a que la innovación es una fuente importante de desarrollo económico, incluso sin entrar en el debate de si ella se da de manera endógena o exógena, como se observa en los modelos de crecimiento de Romer y Solow, respectivamente.

En efecto, la expansión de bienes intermedios de capital (Romer, 1986-90), la innovación tecnológica sobre bienes intermedios de capital y destrucción creativa (Aghion y Howitt), y las escaleras de calidad (Schumpeter 1934), apuntan a que la innovación, materializada en la inversión en I+D, incrementa la productividad y permite un crecimiento económico sostenido a largo plazo¹⁴.

De acuerdo al planteamiento de Romer (1986-90), el desarrollo económico proviene en gran medida de la expansión de bienes intermedio de capital, es decir, de aumentar el número de “*recetas*” para producir un determinado bien. Encontrar nuevas y alternativas maneras de producción o generar nuevas materias primas o insumos que se combinan para llegar al bien final, son la base del crecimiento y desarrollo económico según este autor. Planteamiento que apoyan los autores Aghion y Howitt (1990) al concluir que la innovación tecnológica sobre dichos bienes intermedios de capital, sucedida en muchos casos por una destrucción creativa, significan progreso y crecimiento económico. Este concepto de destrucción creativa refleja el proceso por el cual atraviesan las innovaciones, tanto en el bien final como en los bienes intermedios de capital: al momento de surgir una idea de cómo producir de manera más eficiente un bien, o qué tipo de bien producir para satisfacer una necesidad o crear nuevas necesidades, el bien actual empieza a perder valor precipitadamente hasta que termina obsoleta, esto es, destruida (Schumpeter, 1934). Por ejemplo, el salto del cassette de audio al disco compacto (CD), significó una destrucción para el primero, con el fin de dar paso a la creatividad del segundo. La tecnología de audio inició un proceso de transición hacia el disco compacto (CD), pues ésta significaba una mayor calidad de sonido, mayor capacidad de grabación, mayor portabilidad y compatibilidad, acabando en obsolescencia para la tecnología anterior. Mismo caso con los televisores, teléfonos móviles, computadores, entre otros, que al final significan saltos de

¹⁴ En Sala-i-Martin (2000), se encuentra una completa recopilación de los modelos de crecimiento económico.

tecnología que crean y destruyen a la vez, subiendo por lo que Schumpeter denominó “*escaleras de calidad*”.

Similar argumentación presenta Ramírez (2011) en su estudio para Colombia denominado “Innovación: elemento indispensable para una política industrial de nueva generación”, una investigación adelantada en el marco de la Coalición para la Industria Colombiana. La autora, a través de su investigación que recopila casos de estudio de países y regiones destacadas en innovación en todo el mundo, sostiene que la innovación, en particular aquella dirigida a un desarrollo industrial sostenido, es la base del mejoramiento de diversos indicadores de desarrollo y prosperidad. Es así como, basada en los resultados de los índices mundiales de competitividad y prosperidad del Foro Económico Mundial, argumenta que existe una relación directa entre “*innovación, manufacturas (sectores productivos), competitividad, bienestar y progreso social*”, enfrentando los resultados para países desarrollados y en desarrollo. Asimismo, Ramírez (2011) recopila valiosas afirmaciones de otros autores como Mokyr (1990) y Benko (1974) que, desde muy temprano, ya percibían una clara relación entre innovación y desarrollo: “Nunca como hoy en día, el desarrollo económico de una nación ha dependido tanto del conocimiento, la creatividad y la capacidad de innovación que ésta posea”.

Para reforzar esa idea, Ramírez (2011) resalta los resultados del Índice de Innovación Manufacturera organizado por el Instituto Manufacturero en el año 2010 (The Manufacturing Institute), donde se destaca que “la innovación empresarial es realmente importante y genera cambios drásticos en la dirección de crecimiento económico y la competitividad de un país, en especial en un mundo cada vez más globalizado”. En la elaboración y resultados de dicho índice, se sostiene también que los países con mayores industrias innovadoras son las que presentan un PIB per cápita más alto, razón por la cual los gobiernos cada vez se interesan más por invertir mayores sumas de dinero en innovación y desarrollo tecnológico.

2.2 Literatura de tipo práctico

La innovación aplicada de manera consciente y sistemática en Colombia es aún muy incipiente, si se mide como el monto de inversión dedicado a I+D y ACTI. Basta observar

la Gráfica 2 para entender que los esfuerzos conscientes que se han dedicado en Colombia para investigar y desarrollar nuevas tecnologías son bastante bajos, en relación con otras economías de la región y el mundo.

De hecho, en Colombia no se contaba con un diagnóstico del nivel de inversión en esas actividades hasta hace poco más de una década, cuando esfuerzos conjuntos entre el DNP, el DANE y el Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT) permitieron las primeras ediciones y pilotos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT), que actualmente va por su quinta edición bianual organizada y liderada por el DANE, hoy muy útil para acompañar el desarrollo de la locomotora del gobierno que espera impulsar “*nuevos sectores basados en la innovación*”.¹⁵

Esta EDIT fue la primera aproximación que se tuvo para “*caracterizar la dinámica tecnológica y analizar las actividades de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas del sector industrial colombiano*”¹⁶. Fue la herramienta que partió en dos la historia de la medición de innovación en Colombia, pues, aunque se trató solo del sector manufacturero inicialmente, sentó las bases para entender qué tanta importancia le damos en Colombia al desarrollo de nuevas tecnologías, proponiendo una metodología de medición que fue adaptándose con el tiempo hacia estándares internacionales, con base en lineamientos de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y su Manual de Oslo. Significó empezar a hacer consciente lo que hoy en Colombia hacemos inconsciente y accidentalmente: la innovación y el emprendimiento.

Esta encuesta toma como población objetivo las empresas que hacen parte de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) con 10 o más personas ocupadas o con producción anual mayor a \$130.5 millones de pesos anuales para el 2008. Su operación estadística es de tipo censo, de cobertura nacional, utiliza la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas, revisión 3 adaptada para Colombia (CIU Rev. 3 A.C.), y es de realización bianual, siendo el período de referencia los dos años anteriores a la recolección de datos.

¹⁵ Departamento Nacional de Planeación. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.

¹⁶ DANE, Documento Metodológico Encuesta de Innovación Tecnológica – EDIT.

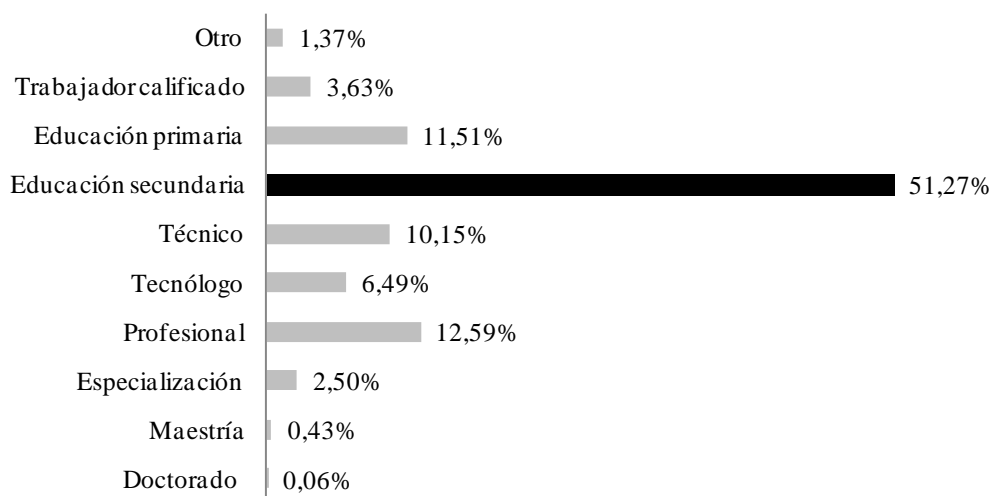
La EDIT, cuya información se cuenta para los años 2005 a 2010, identifica dentro de su Documento Metodológico dos importantes objetivos, que a la vez se convierten en los indicadores de seguimiento o variables centrales de la presente investigación (subrayado):

- a. Determinar el monto de la inversión de las empresas en actividades de desarrollo e innovación tecnológica en los años de referencia: En esta variable se recoge el monto de inversión en pesos colombianos que dedicaron los establecimientos pertenecientes al sector manufacturero colombiano a ACTI.

- b. Determinar el personal dedicado a actividades de desarrollo e innovación tecnológica por áreas o departamentos de las empresas: La encuesta, en general, investiga sobre el número, nivel educativo, área funcional y tipo de vinculación de las personas involucradas en ACTI. Resalta el hecho de que la innovación no proviene únicamente de personas con alto nivel educativo, como personas con nivel de Doctorado o Maestría, sino de todas las bases educativas. De hecho, la concentración de personas dedicadas a ACTI está en el nivel de educación secundaria.

A manera informativa, de acuerdo con los resultados de la EDIT para los años 2009 y 2010, vemos que más del 50% del personal dedicado a ACTI tiene nivel de educación secundaria, siendo el primer grupo de concentración dedicado a desarrollar innovación. La distribución por nivel de educación del personal dedicado a ACTI durante el 2010 se muestra en la Gráfica 3:

Gráfica 3. Nivel educativo del personal dedicado a ACTI en Colombia. Años 2009 y 2010.



Fuente: EDIT 2009-2010. Gráfica es construcción propia.

Por su lado, la EAM proporciona para los mismos años la información relacionada con valor agregado, activos y sueldos y salarios pagados, en los mismos subsectores del sector manufacturero que se investigan en la EDIT, permitiendo así realizar un cruce de las bases de datos controlando por subsector (CIU nivel 3).

Adicionalmente, COLCIENCIAS, el OCyT, y el DNP, han juntado históricamente esfuerzos alrededor de la innovación y la determinación de su estado en Colombia, en muchos casos aportando nuevas cifras y estadísticas de inversión en ACTI en Colombia, y en otros estableciendo recomendaciones y lineamientos en materia de política para la promoción de la innovación.

En particular COLCIENCIAS, quien es el llamado a conducir la mencionada locomotora de la innovación por parte del gobierno y quien liderará la inversión de la porción de regalías que se destinará a ciencia, tecnología e innovación, ha trabajado incansablemente para entender e investigar los efectos relacionados con este fenómeno que es la innovación y proponer y liderar las políticas de fomento a la investigación e innovación en Colombia. Es así como en su documento “Colombia construye y siembra futuro” (2008), establece como objetivo general de política la creación de “*condiciones para que el conocimiento sea un instrumento del desarrollo*”, es decir construir un mejor

futuro para los colombianos, basado en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías. Esto, con el fin de “*acelerar el crecimiento económico y disminuir la inequidad*”.

3. Metodología

3.1 Especificación

Es importante acotar el alcance de la presente investigación a la realización de un ejercicio de pronóstico, que de ninguna manera pretende estimar la función de producción de una firma inversora en innovación, sino busca proponer una aproximación reducida que nos permita verificar qué tan útiles son las variables de innovación incorporadas para pronosticar la generación de valor agregado, utilizando para ello una especificación *ad-hoc* que se mostrará más adelante, y que incluye los principales factores que utiliza la empresa en su proceso productivo y las variables de innovación que, de acuerdo a la teoría económica, tiene un efecto positivo sobre la generación de valor de las empresas.

Así las cosas, como determinantes del valor agregado se incluyeron, por un lado, los principales y mayormente analizados factores productivos de la empresa: una medida de capital y una de trabajo, incorporadas en el nivel de activos y el de sueldos y salarios del subsector, respectivamente; y, por otro lado, se incluyeron las variables de innovación cuyo poder de pronóstico se busca medir: monto de inversión en ACTI y personal ocupado en ACTI, con el fin de probar la hipótesis de que la inversión en innovación tiene un efecto positivo sobre la generación de valor agregado, mencionado anteriormente. Lo anterior, en línea con los planteamientos teóricos sugeridos por la literatura respecto de que la inversión en innovación es un motor de desarrollo y es la fuerza detrás de la generación de crecimiento económico sostenido (Schumpeter 1934 y Porter 1990).

En efecto, cabe mencionar que el proceso productivo desde la óptica clásica involucra el trabajo, para transformar los insumos y generar los bienes, y el capital, que incluye la tierra y equipos necesarios para llevar a cabo dicho proceso productivo, el cual se materializa en la generación de *valor agregado* contenido en la base de datos utilizada para la investigación. De igual manera, se señala nuevamente que a dichas variables se adicionan las relacionadas con la inversión en innovación, tanto en recursos (monto

invertido en ACTI) como en personal ocupado en ACTI, con el objeto de que se conforme una especificación reducida *ad hoc* con base en la cual se realice un ejercicio de pronóstico y se verifique qué tan útiles son estas variables en la predicción o pronóstico del valor agregado del sector manufacturero colombiano en el periodo de estudio.

En ese sentido, a través de la siguiente especificación lineal reducida y por la metodología de mínimos cuadrados ordinarios, buscamos validar la hipótesis de si, en efecto, existe relación entre la inversión en innovación y la generación de valor agregado, utilizando para ello datos de sección cruzada pura, para los años 2005 a 2010:

Ecuación 1:

$$\ln valor_agr_{n,t} = \beta_1 + \beta_2 \ln activos_{n,t} + \beta_3 \ln sueldos_{n,t} + \beta_4 \ln inv_acti_{n,t} + \beta_5 pers_acti_{n,t} + \varepsilon_{n,t}$$

Donde:

$valor_agr_{n,t}$: Valor agregado para el subsector n, en el periodo t.

$\beta_2 activos_{n,t}$: Activos para el subsector n, en el periodo t.

$\beta_3 sueldos_{n,t}$: Sueldos y salarios para el subsector n, en el periodo t.

$\beta_4 inv_acti_{n,t}$: Inversión en ACTI para el subsector n, en el periodo t.

$\beta_5 pers_acti_{n,t}$: Personal dedicado a ACTI para el subsector n, en el periodo t.

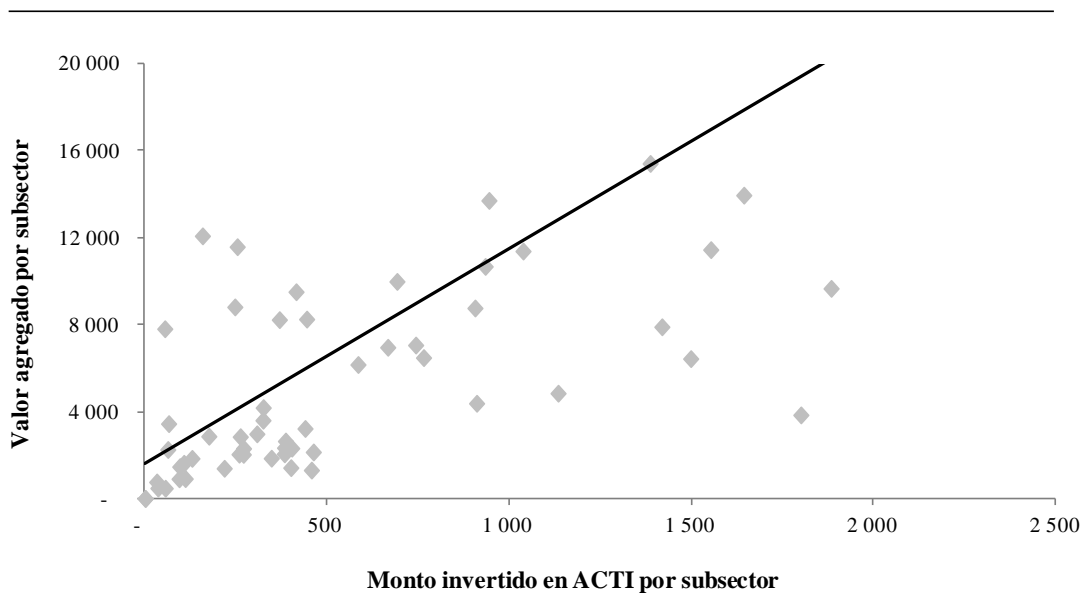
Finalmente, es preciso señalar que el ejercicio de pronóstico se elaborará para cada año del período de investigación, con el fin de encontrar un patrón en los estimadores de interés que nos permita posteriormente, además de validar la utilidad de las variables incorporadas en el modelo para pronosticar la generación de valor agregado, realizar inferencias conducentes a comprender la contribución de la innovación al desarrollo del sector manufacturero colombiano durante el período de análisis.

3.2 Aproximación intuitiva

Se corrieron doce correlaciones preliminares -para cada año y variable de innovación- a manera de motivación que nos impulsan a continuar con la investigación: unas primeras seis, cruzando la variable de valor agregado en el eje y, contra *monto invertido* en ACTI, en el eje x. Y unas segundas seis correlaciones, cruzando la variable de valor agregado en el eje y, contra *personal* dedicado a ACTI, en el eje x.

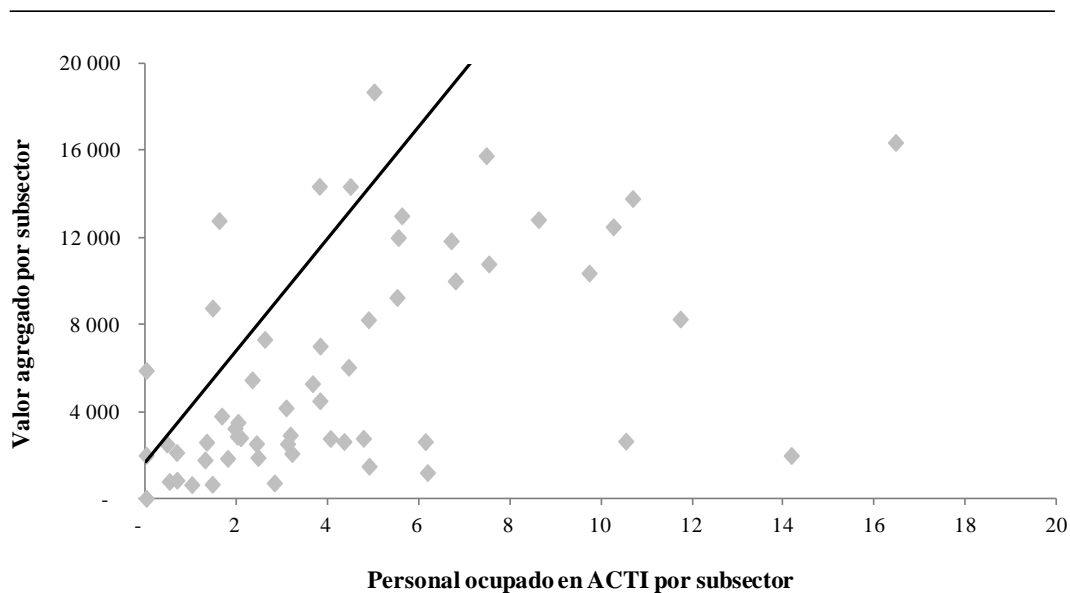
A continuación se muestran dos ejemplos en las Gráficas 4 y 5, uno de cada grupo de correlaciones, donde se observa una relación positiva entre la inversión en ACTI y el valor agregado, así como entre el personal dedicado a ACTI y el valor agregado:

Gráfica 4. Monto invertido en ACTI y valor agregado, en millones de pesos, y línea de tendencia. Año 2006.



Fuente: Datos tomados de la EDIT y la EAM. Gráfica es construcción propia.

Gráfica 5. Personal ocupado en ACTI y valor agregado, en millones de pesos, y línea de tendencia. Año 2008



Fuente: Datos tomados de la EDIT y la EAM. Gráfica es construcción propia.

Solo se muestran dos gráficas de correlaciones con el propósito de ilustrar la aproximación intuitiva mencionada. Sin embargo, cabe señalar que las restantes diez correlaciones analizadas, correspondientes al período completo de estudio, exhiben un comportamiento similar a las aquí mostradas, es decir, para los demás años también se observa una relación positiva entre las variables graficadas que refuerzan la motivación de continuar con la investigación.

4. Información utilizada

4.1 Bases de datos

Se utilizó información de 64 subsectores manufactureros en Colombia para cada año de 2005 a 2010, provenientes de las siguientes encuestas:

- Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica EDIT años 2005 a 2010, organizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Encuesta Anual Manufacturera años 2005 a 2010, organizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

4.2 Proceso de construcción y depuración de datos

Con base en la información y datos de las encuestas mencionadas, se realizó una integración horizontal controlando por subsectores manufactureros bajo el CIIU de nivel 3, utilizando para la EDIT únicamente las preguntas relevantes para la investigación, que son el monto de inversión en ACTI y el personal dedicado a ACTI, y para la EAM las variables de valor agregado, activos y sueldos y salarios.

Posteriormente, se mantuvieron únicamente los subsectores de intersección año a año entre las dos encuestas, controlando por los subsectores que se investigan en la EAM, con el fin de mantener la uniformidad en la base de datos consolidada y eliminar las observaciones no válidas por ausencia de información, resultando en un total de 64 observaciones (subsectores) para cada año entre 2005 y 2010. Con el mismo propósito, se homologaron subsectores que en algunas ediciones de las encuestas se mostraban agregados. Por ejemplo, los subsectores 171 y 172, Preparación e hilatura de fibras textiles y Tejeduría de productos textiles, respectivamente, se encontraban agregados en un subsector denominado “171-172” para la encuesta EDIT, edición 2009 y 2010. En ese caso, se agregaron los datos de la EAM para dichos subsectores y se creó un subsector denominado de la misma forma que se observa en la EDIT, “171-172”. Cabe señalar que esta depuración en los datos utilizados para la investigación no redujo significativamente la información disponible de valor agregado, manteniéndose más del 96% de los datos originales.

5. Resultados

Los resultados del ejercicio se resumen en el Cuadro 1. En cuanto a signos, se observa que se obtuvieron los esperados para la variable “monto invertido en ACTI” (positivo), lo que sugiere que incrementos en el monto invertido en ACTI generarían un mayor valor agregado para el sector manufacturero, en línea con las hipótesis del trabajo de investigación y la literatura relacionada. Por otro lado, los resultados arrojan un signo contrario al esperado para la variable “personal ocupado en ACTI” para los años 2006, 2007 y 2010 (negativo) y cercano a cero en los años restantes. Lo anterior no nos permite concluir que la asignación de personal a actividades de innovación tenga una relación positiva con la generación de valor agregado, como se propuso en las hipótesis del presente trabajo con el propósito de verificar si dicha variable tenía utilidad en el pronóstico del valor agregado.

Cuadro 1. Resultados del ejercicio de pronóstico del valor agregado del sector manufacturero entre los años 2005 y 2010

Variable dependiente: Valor Agregado						
Variables	Año					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Activos	0,4500 (0.1122)***	0,4479 (0.1232)***	0,3244 (0.1399)**	0,2808 (0.1206)**	0,2963 (0.1001)**	0,3961 (0.1235)***
Sueldos y salarios	0,4549 (0.1549)***	0,6608 (0.1358)***	0,8042 (0.1692)***	0,7586 (0.1800)***	0,5302 (0.1998)**	0,5843 (0.2362)**
Monto invertido en ACTI	0,1337 (0.0619)***	0,1014 (0.0725)	0,1321 (0.0641)**	0,0972 (0.0669)	0,1822 (0.1054)*	0,1647 (0.1025)
Personal ocupado en ACTI	nd	-0,0029 (0.0010)***	-0,0182 (0.0263)	0,0202 (0.0182)	0,0336 (0.0323)	-0,0329 (0.0336)
Número de observaciones	61	61	61	61	41	41
Prob > F	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R2	0,8984	0,9142	0,9012	0,8907	0,9449	0,9415
p-value Monto invertido en ACTI	0,035	0,167	0,044	0,152	0,093	0,117
p-value Personal ocupado en ACTI	nd	0,008	0,491	0,272	0,305	0,334

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10. Errores estándar robustos en paréntesis

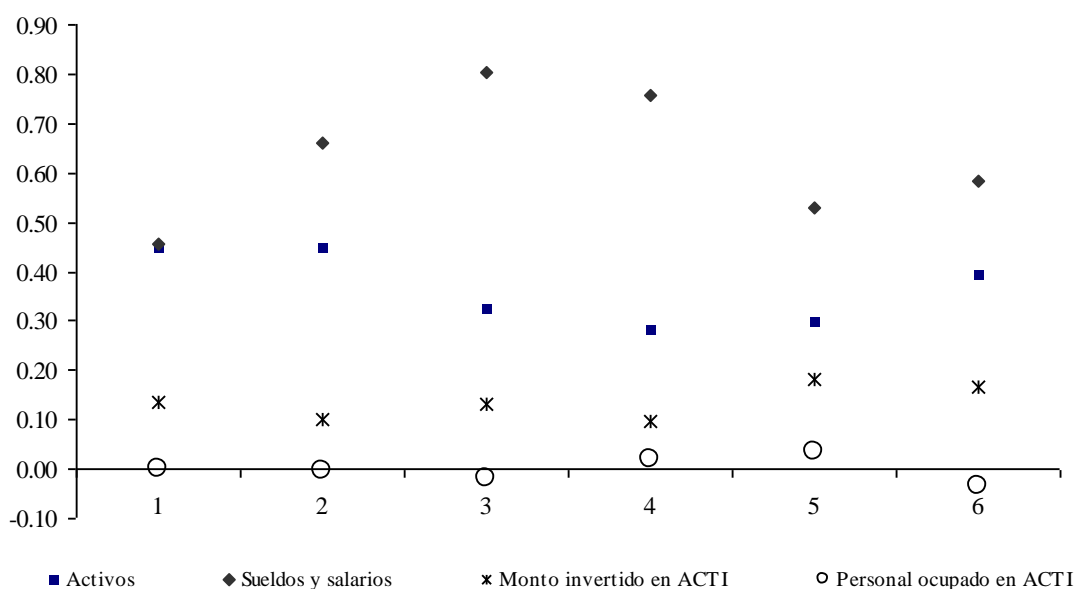
Fuente: DANE y cálculos propios.

Adicionalmente, se puede verificar significancia conjunta para todos los años de análisis y un buen ajuste del modelo medido por un R^2 cercano al 0.89. La significancia individual para la variable de monto invertido en ACTI se verifica en un intervalo de confianza de al menos el 90% para los años 2005, 2007 y 2009; para los años restantes, el intervalo de confianza disminuye a un rango entre 85% y 90%, elemento importante a tener en cuenta al momento de realizar inferencias a partir de los resultados obtenidos. Por otro lado, el estimador de la variable “personal ocupado en ACTI” solo resultó estadísticamente significativo para el año 2006 en un intervalo de confianza mínimo del 90%; para los años restantes, el intervalo de confianza se ubicaría cerca del 50% en el peor de los casos (año 2008), lo cual, sumado al hallazgo de signos contrarios a los esperados, no nos permite, nuevamente, concluir entorno al poder predictivo de la asignación de personal a ACTI sobre la generación de valor agregado. Posiblemente la ausencia de evidencia sobre la relación entre la asignación de personal a ACTI y generación de valor agregado esté asociada con la concepción misma de las áreas de innovación en las empresas, punto de partida para generar valor agregado basado en innovación. La asignación de recurso humano para actividades de innovación se retrasa generalmente hasta que se produzcan resultados con el impacto y calidad requeridos, y que den paso a la asignación de más personal, e incluso la conformación de grupos de investigación, previa la materialización de los primeros resultados financieros. De alguna manera, es posible que la industria manufacturera estuviera más orientada a una innovación por adopción de tecnologías externas, y aun perciba la asignación de personal a esas actividades como un gasto y no como una inversión que llega a ser autosostenible al derivar sus propios ingresos de la colocación de los productos innovadores, la eficiencia medible en procesos o la reducción en costos, según sea el caso. Allí es donde, probablemente, se desconecte una posible relación directa entre personal ocupado en ACTI y generación de valor, por lo que perdería su poder de pronóstico y utilidad como variable predictiva del valor agregado basado en innovación.

Por otro lado, en la Gráfica 6 se observa el comportamiento de los estimadores de interés (innovación) durante los años de estudio. Sin tener en cuenta el estimador de personal dedicado a ACTI, pues, como se mencionó anteriormente, los resultados arrojan

baja significancia estadística y signos encontrados, la gráfica sugiere un comportamiento similar en todos los años para el estimador de monto invertido en ACTI, sin sobresaltos y formando un posible patrón en un rango creciente entre 0.10% y 0.18%. Dividiremos la interpretación de los resultados mostrados en el Cuadro 1 y la Gráfica 6 en dos partes: i) una interpretación individual anual y ii) una extensión al conjunto de todos los años; las inferencias en relación con esta última deberán tratarse con sumo cuidado pues, como se verá más adelante, se involucra una tendencia del patrón del estimador del monto invertido en ACTI.

Gráfica 6. Comportamiento de los estimadores resultantes. Año 2005 a 2010.



Fuente: DANE y cálculos propios.

Por un lado, (interpretación individual anual) los resultados muestran que, durante el período de análisis, un aumento del 1% en el monto invertido en ACTI generó un incremento en el valor agregado de mínimo el 0.09%, caso que corresponde al año 2008. Para los restantes años se obtuvieron incrementos superiores en el valor agregado, por cada 1% que se incrementara el monto invertido en ACTI: 0.13% para el 2005, 0.10% para el 2006, 0.13% para el 2007, 0.18% para el 2009 y 0.16% para el 2010. Para la interpretación individual anual, los resultados sugieren que la contribución de la innovación en el

desarrollo del sector manufacturero entre los años 2005 y 2010 (medida como el incremento en el valor agregado generado por incrementos en el monto invertido en ACTI), se ubicó entre 0.09% y 0.18%. Es decir, en el período de estudio, un incremento del 1% en el monto invertido en ACTI generó un incremento en el valor agregado de entre 0.09% y 0.18%, para cada uno de los años objeto de investigación. Lo anterior, como primer resultado interesante para entender la dinámica que ha venido desarrollando el sector manufacturero alrededor de la innovación y cómo ha contribuido esta última al desarrollo y generación de valor agregado.

Por otro lado, al entrar en la interpretación conjunta de todos los años, y como propuesta de extensión de la interpretación individual que se debe utilizar con sumo cuidado por su misma construcción, los resultados sugieren que podría formarse un patrón en el comportamiento de los estimadores de la variable monto invertido en ACTI, y que, además, dicho patrón sería creciente por su interpretación gráfica. Ello sugiere que la contribución de la innovación a la generación de valor agregado fue creciendo durante el período de análisis y tendría una tendencia cercana al 0.13%, con un mínimo de 0.09% y un máximo de 0.18%¹⁷. Es decir, el sector manufacturero ha venido incrementando el aprovechamiento y rentabilización de la innovación, o, lo que es igual, cada peso de inversión en innovación que ha invertido, le fue generando un mayor retorno con el paso de los años. Lo anterior, soporta la argumentación de que la innovación sigue un proceso de aceleración tipo “bola de nieve”, que permite hacer cada vez más productiva la inversión en ACTI.

A manera de ilustración en cifras absolutas se propone el siguiente ejemplo: la inversión promedio anual que realizó todo el sector manufacturero en ACTI en el período de análisis asciende a un poco más de \$2.5 billones, según las cifras reveladas por el DANE en la EDIT, y el valor agregado promedio anual de todo el sector manufacturero en el mismo período ascendió a cerca de \$60 billones, de acuerdo a los resultados publicados por la EAM del DANE. Tomando como base para el ejemplo la *contribución de tendencia* del 0.13% arriba mencionado, un incremento del 1% en el monto invertido en ACTI significaría crecer dicho monto en cerca de \$25.000 millones anuales. En ese sentido, esa

¹⁷ Quiere decir que un incremento del 1% en el monto invertido en ACTI, generó un incremento de entre 0.09% y 0.18% en el valor agregado, con una tendencia cercana al 0.13%.

mayor inversión en ACTI generaría un incremento del 0.13% en el valor agregado promedio anual de todo el sector manufacturero, equivalente a cerca de \$78.000 millones, lo que sugiere que la inversión en innovación es, por demás, una inversión altamente rentable.

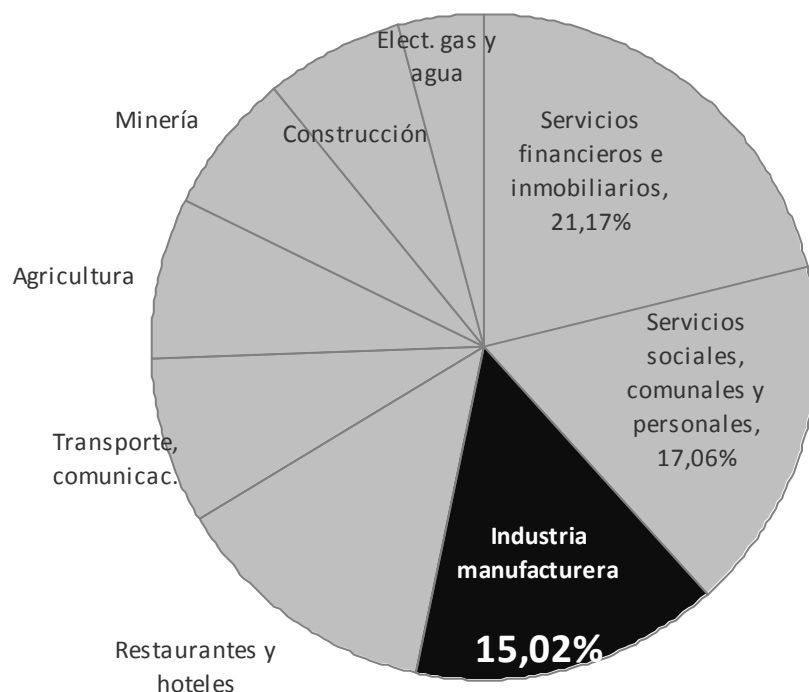
Cabe señalar que los resultados generales arrojados por el ejercicio de pronóstico en mención, se mantienen en línea con la intuición e hipótesis principal del trabajo de investigación, y es coherente con los ideales generales de la literatura relacionada, que indica la importancia de la innovación en la generación de valor agregado y crecimiento sostenido en el largo plazo.

Los anteriores resultados son interesantes en el sentido que la inversión en innovación es una decisión en manos de las empresas, por iniciativa privada, y del gobierno, a través del gasto público. Asumiendo que se mantiene la magnitud de los estimadores para el escenario actual, conociendo la participación del sector manufacturero en el total de la economía, y partiendo de la tendencia derivada de la interpretación conjunta de todos los años, con las limitaciones de inferencia que ya conocemos, es posible determinar el nivel de inversión en innovación requerido para generar al menos cierto incremento en el producto interno bruto (PIB) del total de la economía colombiana.

De acuerdo con cifras oficiales de Cuentas Nacionales Trimestrales del DANE, el sector industrial manufacturero significó cerca del 15% del total de la economía colombiana, en promedio para los años de estudio, convirtiéndose en el tercer sector económico más importante en Colombia.

La Gráfica 7 muestra el PIB promedio por sectores entre los años 2005 y 2010.

Gráfica 7. PIB por sectores. Promedio 2005 a 2010



Fuente: DANE, Cuentas Nacionales Trimestrales, cierre 2010. Gráfica es construcción propia.

Así pues, se requeriría un incremento del 51.22%¹⁸ en la inversión promedio anual en Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación del sector manufacturero, para generar al menos un punto porcentual adicional de crecimiento anual del total del Producto Interno Bruto colombiano, cuyo crecimiento en el último año 2012 -vale resaltar-, según información oficial del DANE, fue de 4,0%.

Teniendo en cuenta que la inversión promedio anual que realizó todo el sector manufacturero en ACTI en el período de análisis asciende a \$2.536.043 millones –un poco más de \$2.5 billones, según las cifras reveladas por el DANE en la EDIT-, ese *salto cuantitativo* estimado en 51.22% implicaría pasar a una inversión promedio anual en ACTI

¹⁸ Incluso puede ser menor, si se supone una mayor concentración en subsectores con rendimientos crecientes a escala, como establece Ortíz (1995). Para el ejercicio, se asume una ponderación similar entre subsectores que exhiban rendimientos a escala crecientes y aquellos con rendimientos decrecientes, con base en las clasificaciones sugeridas por Ortíz (1995).

de \$3.835.003 millones. Es decir, una inversión promedio anual *adicional* equivalente a \$1.298.961 millones.

De lo anterior se desprenden importantes elementos de análisis: El gobierno anunció que, como resultado de la nueva política de distribución de las regalías, se destinarían recursos frescos para inversión en ACTI por cerca de \$1 billón de pesos al año, los cuales serían administrados y destinados por Colciencias. Aunque no ha especificado hacia qué sectores se direccionaría esta inversión, aun cuando ese billón de pesos se destinara al sector manufacturero en su totalidad, y se mantuviera inalterada la inversión privada en ACTI, -manteniendo todo lo demás constante- el resultante incremento en el crecimiento del PIB anual por el efecto de la innovación estaría alrededor del 0.77%. Es decir, Colombia pasaría de un crecimiento económico del 4% en el 2012 al 4.77% en el 2013 por efecto de la mayor inversión en innovación, asumiendo una inversión en ACTI para 2012 y 2013 de \$2.536.043 millones y \$3.536.043 millones, respectivamente, es decir, un incremento anual de \$1 billón o 39.43% en la inversión en ACTI en el sector manufacturero. Nuevamente, si se quiere alcanzar el punto completo adicional en el crecimiento anual de la economía, el incremento en la inversión en ACTI para el sector manufacturero debería ser de \$1.298.961 millones anuales, para llegar a \$3.835.003 millones, y conseguir el salto cuantitativo en mención. Esos \$298.961 millones adicionales al billón de pesos proveniente de las regalías podría resultar de un esfuerzo conjunto del sector industrial, coordinado a nivel de gremio y asignado a los establecimientos industriales a prorrata de su participación dentro del subsector, y ponderando la participación de éste último dentro del sector industrial (prorrata en los tres escalones: empresa X que fabrica productos de plástico, subsector “Fabricación de productos de plástico”, sector industrial). La asignación eficiente se deja para trabajos posteriores, en lo que se sugiera tener en cuenta indicadores como volumen de activos o nivel de ventas, para procurar que sea una asignación progresiva y no afecte de manera negativa y desproporcionada a los establecimientos de menor tamaño.

Podrían aplicarse otras fórmulas de asignación de estos recursos provenientes de regalías, que involucren a otros sectores de la economía, gremios o incluso asignaciones por regiones, sin embargo, significaría desaprovechar los rendimientos crecientes que se derivan de la promoción del sector industrial. Según la argumentación de Hirschman

(1958), la industria, al ser un sector transversal a la economía, jalona otros sectores a través vínculos que se forman hacia atrás y hacia adelante (*backward and forward linkages*), generando impactos favorables en toda la economía más que proporcionalmente. Hirschman argumenta que, en lugar de adoptar una estrategia de crecimiento equilibrado de los distintos sectores de la economía, la clave está en favorecer las inversiones en actividades manufactureras -incluso actividades próximas al consumo final más que industrias básicas-, aunque para ello se deban importar inicialmente los insumos necesarios para la producción del bien. Conseguido un mercado para el bien final, se empezaría a “encadenar” hacia atrás sustituyendo las importaciones de insumos por producción interna y prosiguiendo luego con el siguiente eslabón de la cadena productiva hacia atrás. La producción del bien final serviría, a su vez, para que otros sectores de la economía desarrollaran sus propias actividades, dinamizando la economía a través de una estrategia enfocada en la industria (estrategia de crecimiento desequilibrado de Hirschman, 1958).

Dicha estrategia de crecimiento desequilibrado¹⁹, que tiene mayor relevancia en países en desarrollo con industrias crecientes o por nacer, sería la base argumentativa para dirigir mayores inversiones en innovación de la industria manufacturera, por encima de otros sectores cuyo costo de oportunidad es menor, y sería el punto de partida para reclamar una priorización de los recursos frescos provenientes de regalías en favor de la industria manufacturera, aprovechando vínculos hacia atrás y hacia adelante e irrigando desde allí toda la economía nacional.

6. Conclusiones

El presente trabajo estudia la contribución de la innovación al desarrollo, medido como la generación de valor agregado, del sector manufacturero colombiano durante el período de 2005 a 2010, por medio de un ejercicio de pronóstico año a año, basado en una forma reducida y utilizando datos de sección cruzada provenientes de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, organizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

¹⁹ También conocida como “desarrollo desbalanceado”.

Los resultados sugieren que la contribución de la innovación en el desarrollo del sector manufacturero entre los años 2005 y 2010 (medida como el incremento en el valor agregado generado por incrementos en el monto invertido en ACTI), se ubicó entre 0.09% y 0.18%. Es decir, en el período de estudio, un incremento del 1% en el monto invertido en ACTI generó un incremento en el valor agregado de entre 0.09% y 0.18%, para cada uno de los años objeto de investigación, hallazgo que se mantiene en línea con la intuición e hipótesis principal del trabajo de investigación, y es coherente con los ideales generales de la literatura relacionada.

La dedicación de personas hacia ACTI es un elemento esencial para el desarrollo de nuevas tecnologías y diferentes tipos de innovación. Sin embargo, no se encontró evidencia concluyente para establecer que a mayor número de personas dedicadas a ACTI, mayor sea el valor generado por la industria. Es probable que la ausencia de evidencia sobre la relación entre la asignación de personal a ACTI y generación de valor agregado esté atada a la productividad que exigen las empresas a dicho personal en el desarrollo de los nuevos productos. En efecto, la asignación de recurso humano para esas actividades se frena generalmente hasta que se produzcan resultados con el impacto y calidad requeridos, dando paso a la asignación de más personal, e incluso la conformación de grupos de investigación, previa la materialización de los primeros resultados financieros.

La asignación de los recursos provenientes del reciente esquema de distribución de regalías para inversión en innovación debería contemplar una estrategia de crecimiento desbalanceado a la Hirschman (1958), con enfoque en la industria manufacturera, toda vez que de esa manera se generarían los llamados vínculos hacia delante y hacia atrás, permitiendo crecimientos de la economía más que proporcionales a partir de la promoción del sector industrial como pivote para irrigar el sistema económico general.

Finalmente, además de los nuevos recursos que se destinarán a innovación por cuenta del nuevo sistema de distribución de las regalías, se requerirá un esfuerzo conjunto del sector manufacturero, coordinado a nivel de gremio, para conseguir la inversión en innovación consistente con un desarrollo de la industria que resulte en crecimientos significativos de la economía nacional y una sofisticación del sector que permita enfrentar adecuadamente la nueva oferta proveniente de acuerdos comerciales internacionales.

7. Bibliografía

- Aghion, P., & Howitt, P. (1990). *“Endogenous Growth Theory”*. Cambridge y Londres: The MIT Press.
- Banco Mundial. (2008). *“Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)”*. Consultado en <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Benko, F. (1974). *“Las fuentes de la civilización tecnológica”*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). (2008). *“Colombia construye y siembra futuro. Política nacional de fomento a la investigación y la innovación”*. Consultado en http://www.colciencias.gov.co/centro_recursos/colombia-construye-y-siembr-futuro-pol-tica-nacional-de-fomento-la-investigaci-n-y-
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2006). *“Innovación y desarrollo tecnológico en la industria manufacturera - Colombia: 2003-2004”*. Consultado en http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/industria/innovacion_tecnol_ind_manufacturera.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2010). *“Documento Metodológico Encuesta Anual Manufacturera”*. 2010. Consultado en http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=59
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2011). *“Cuentas Nacionales Trimestrales, cierre 2010”*. Consultado en http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&id=128&Itemid=85
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2011). *“Documento Metodológico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera (EDIT)”*. Consultado en http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=104&Itemid=61

- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2010). “*Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014*”. Consultado en <https://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>
- El Colombiano, Diario Regional. (2011). “*Entrevista al Director de Planeación Nacional, Hernando José Gómez Restrepo. Inversión en investigación apunta al 0,5% del PIB: DNP*”. Consultado en: http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/I/inversion_en_investigacion_apunta_al_05_del_pib_dnp/inversion_en_investigacion_apunta_al_05_del_pib_dnp.asp
- Federación Nacional de Cafeteros. (2012). “*Comunicado de Prensa: Juan Valdez abre su tienda número 200*”. http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/sala_de_prensa/detalle/juan_valdez_abre_su_tienda_numero_200/.
- Hirschman, A. (1958). “*The strategy of Economic Development*”, New Haven: Yale University Press.
- International Data Corporation (IDC). (2013). “*Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker*”. Períodos 4Q 2009, 4 Q 2010, 1Q 2011, 1Q 2012 y 1Q 2013. Consultado en <http://www.idc.com>.
- La República, Diario Económico. (2013). “*Alpina anunció relevo en la presidencia corporativa*”. Consultado en http://www.larepublica.co/empresas/alpina-annunci%C3%B3-relevo-en-la-presidencia-corporativa_36930.
- Mokyr, J. (1990). “*The lever of riches*”. New York: Oxford University Press.
- Observatorio de Ciencia y Tecnología - OCyT. 2010. “*Cálculo de la inversión nacional en ciencia, tecnología e innovación – 2010*”. Consultado en <http://ocyt.org.co/html/archivosProyectos/InformeFinalPreliminar.pdf>
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económico OCDE. (1992). “*Manual de Oslo*”. Consultado en <http://www.oecd.org/science/inno/2367580.pdf>
- Organización Mundial de Propiedad Intelectual e INSEAD Business School. (2012). “*Índice Global de Innovación 2012*”. Consultado en <http://www.globalinnovationindex.org/gii/index.html>

- Ortiz, C. (1995). *“Rendimientos a escala y rentabilidad en la industria manufacturera colombiana: análisis sectorial”*. Bogotá: Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República, Borradores Semanales de Economía, No. 21.
- Porter, M. (1990). *“The Competitive Advantage of Nations”*. New York: Free Press.
- Ramírez, M. (2011). *“Innovación: Elemento indispensable para una política industrial de nueva generación”*. Bogotá: Jimeno Acevedo y Asociados.
- Romer, P. (1990). “Endogenous Technological Change”. *Journal of Political Economy*. Vol. 98, No. 5, Parte 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems, pp. S71-S102.
- Real Academia Española. Definición de “Innovación”. Consultado en www.rae.es
- Solow, R. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70, No. 1, pp. 65-94.
- Sala – i- Martín, X. (2000). *“Apuntes de Crecimiento Económico”*. Barcelona: Antoni Bosch S.A.
- Schumpeter, J. (1934). *“The theory of Economic Development”*. Cambridge: Harvard University Press.
- The Manufacturing Institute. (2010). *“Innovation imperative in manufacturing (March 2009)”*. Consultado en <http://www.bcg.com/documents/file15445.pdf>.