

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN E INNOVACIÓN

UN ANÁLISIS PARA LA
INDUSTRIA EN COLOMBIA



Gustavo Rodríguez Albor
Rafael García Luna
Jorge Cervera Cárdenas
Néstor Juan Sanabria Landazábal
Enrique E. Niebles Núñez



Universidad Autónoma del Caribe - Universidad Libre / Seccional Barranquilla - Universidad del Norte
Universidad Simón Bolívar - Universidad del Valle - Universidad Autónoma de Colombia
Universidad del Magdalena - Universidad EAN - Universidad Industrial del Santander
Universidad de Cantabria - Universidad de Santiago de Chile - Universidad de Vigo - Universidad Politécnica de Valencia

Catalogación en la publicación. Universidad Autónoma del Caribe.
Departamento de Bibliotecas

Capacidad de absorción e innovación: Un análisis para la Industria en Colombia / Gustavo Rodríguez Albor, Rafael García Luna, Jorge Cervera Cárdenas, Néstor Sanabria Landazábal y Enrique E. Niebles Núñez. 1 Edición. - Barranquilla, Sello Editorial Uniautónoma, 2017.

131 páginas: Ilustraciones
Incluye bibliografía.
ISBN: 978-958-5431-04-1
ISBN-e: 978-958-5431-05-8

1. Economía industrial 2. Innovación industrial 3. Ingeniería económica.
I. Rodríguez Albor, Gustavo - II. García Luna, Rafael - III. Cervera Cárdenas, Jorge - IV. Sanabria Landazabal, Néstor - V. Niebles Núñez, Enrique. - VI. Tit.

SCDD: 338.45 C236
CDD: 604.2 M357

Universidad Autónoma del Caribe, 2017

www.uniautonomo.edu.co

Calle 90 No. 46 112, Barranquilla, Col.

Red de Estudios en Innovación Empresarial y Tecnológica (RINNET)

© Editorial Uniautónoma, 2017

Gustavo Rodríguez Albor, Rafael García Luna, Jorge Cervera Cárdenas,
Néstor Juan Sanabria Landazábal, Enrique Niebles Núñez, Aura Cristina Reyes Romero,
Andrea Ochoa Mendoza, Leonardo Altamar Lara, José Luis Ramos Ruíz, Jaime Morón,
Marco Ariza Dau, 2017

Director de Publicaciones Científicas: Guillermo Mejía Mendoza

Diseño y Diagramación: Carlos Colonna Ortega

Hecho en Colombia

© *Reservados todos los derechos.*

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, sea cual fuere el medio, sin la anuencia por escrito del titular de los derechos.

CONTENIDO

PRÓLOGO.....	7
PRESENTACIÓN	11
PERSPECTIVAS DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN: UNA MIRADA DESDE LA ECONOMÍA EVOLUTIVA.....	17
1.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE LA CA Y SUS ANTECEDENTES	19
1.2. PERSPECTIVAS EN EL ESTUDIO DE LA CA	26
1.3. LA INVESTIGACIÓN DE LA CA EN AMÉRICA LATINA	28
PANORAMA TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN EN EL SECTOR INDUSTRIAL COLOMBIANO	39
2.1. PANORAMA MUNDIAL	40
2.2. SITUACIÓN EN AMÉRICA LATINA.....	41
2.3. SITUACIÓN EN COLOMBIA.....	43
PATRONES SECTORIALES DE APRENDIZAJE EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA COLOMBIANA (2011-2012).....	69
3.1. APRENDIZAJE, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA	70
3.2. PANORAMA DE LA INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA COLOMBIANA (IMC) 2011-2012.....	75
3.3 PATRONES SECTORIALES DE APRENDIZAJE IMC 2011-2012	80
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO INNOVADOR EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN EMPÍRICA.....	101
4.1. ALGUNAS CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN.....	102
4.2. METODOLOGÍA.....	105
4.3. ANÁLISIS DEL SECTOR MANUFACTURERO INNOVADOR COLOMBIANO.....	107
4.4 ANÁLISIS EMPÍRICO	113

PRÓLOGO

“CAPACIDAD DE ABSORCIÓN E INNOVACIÓN: UN ANÁLISIS PARA LA INDUSTRIA EN COLOMBIA” es un libro escrito con el propósito de contribuir a llenar el vacío de literatura sobre innovación en español que cubra el contexto colombiano. Si bien el reto de la innovación no es algo nuevo, lo cierto es que su importancia se acentúa con el desarrollo de la agenda de internacionalización que adelantan la mayoría de los países. En mercados cada vez más abiertos, la innovación se convierte en el factor clave de competitividad, así como otrora lo fue los costos laborales o la calidad. Hoy día, en mercados cada vez más exigentes, con consumidores cada vez más informados y caracterizados por un cambio técnico que avanza a un ritmo cada vez más vertiginoso, la innovación constituye el factor estratégico por excelencia.

La literatura reciente coincide en reconocer la innovación como un proceso interactivo, que involucra diversos actores y subsistemas, y en el cual las fuentes externas de conocimiento tecnológico se muestran como elementos complementarios a las capacidades internas de la empresa. En esta línea, un aspecto que ha llamado la atención de los investigadores, no sólo por su interés teórico sino también por su valor práctico para el diseño de políticas, es el análisis de la capacidad de absorción empresarial entendida como “la habilidad de la empresa para reconocer el valor de una nueva información externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales” (Cohen y Levinthal, 1990). Desde la introducción del concepto por Cohen y Levinthal, se han desarrollado diferentes investigaciones orientadas al análisis de los determinantes de la capacidad de absorción y su efecto sobre el dinamismo innovador de las empresas. No obstante, la mayor parte de estas investigaciones se han desarrollado en contextos de países desarrollados y en sectores intensivos en Investigación y desarrollo. En este sentido, avanzar en la comprensión de los determinantes de la capacidad de absorción y su efecto sobre la capacidad innovadora de las empresas es aún una tarea pendiente y constituye un objetivo principal de la presente obra.

Es así como los autores de esta obra orientaron su trabajo a responder preguntas tales como, ¿cuáles son las bases y perspectivas teóricas de la capacidad de absorción empresarial?, ¿qué factores afectan la capacidad para innovar? Y, ¿Cuáles son los patrones sectoria-

les de aprendizaje en la industria manufacturera colombiana? entre otras.

Es claro que en el contexto colombiano, la escasez de recursos financieros, la falta de personal cualificado y la incertidumbre tecnológica y de mercado son factores que obstaculizan el desempeño innovador de las empresas. Pero, más allá de estos factores y sin desconocer la importancia de los mismos, la gran barrera para la innovación subyace en la propia cultura empresarial. Muchas empresas, especialmente mipymes, siguen considerando que la innovación no es para ellos. Piensan que no disponen de los recursos suficientes para emprender el camino de la innovación o que el proceso es tan sofisticado que únicamente las empresas más “glamurosas” que operan en sectores del alto contenido científico y tecnológico pueden llevarla a cabo. Esta posición frente a la innovación es, generalmente, fruto del desconocimiento y los mitos que existe alrededor del tema.

En suma, desde un punto de vista práctico, este libro es pertinente considerando la necesidad que tienen nuestras empresas y también las instituciones gubernamentales de estudios que identifiquen los factores impulsores de la capacidad de innovación empresarial en nuestro contexto, eso sí, sin perder de vista que el reto de la innovación es un reto social y de lo que se trata es de fortalecer el sistema de innovación en su conjunto, donde las instituciones trabajen coordinadas y los actores del entorno estén articulados, temas que en Colombia tienen mucho camino por recorrer.

Liney Manjarrés Henríquez
Vicerrectora de Investigación y Transferencia
Universidad Autónoma del Caribe

PRESENTACIÓN

La capacidad de absorber, asimilar y generar conocimientos de manera creativa para ponerlos en función de la reproducción de innovaciones es fundamental para explicar las dinámicas de crecimiento económico y competitividad de distintos sectores productivos en el mundo, y, por ello, no es resultado de la casualidad, sino de un proceso planificado, evolutivo y acumulativo del cual deben ser conscientes las empresas.

En Colombia, la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) para el período 2013-2014 describe que un 76,8 % de las empresas manufactureras se clasificaron como no innovadoras; 19,3 % como innovadoras en sentido amplio; 3,8 % como potencialmente innovadoras y solo el 0,10 % como innovadoras en sentido estricto, aunque gran parte de dicho accionar se realiza en productos y va orientado hacia la empresa y no al mercado internacional. Esta situación expone la baja capacidad de absorber, incorporar conocimientos e innovar que en un alto porcentaje tiene la industria colombiana, fenómeno que se analiza en los distintos capítulos de este libro desde las perspectivas teórica y técnica.

En este orden, el primer capítulo, titulado las “Perspectivas de la capacidad de absorción: Una mirada desde la economía evolutiva”, de autoría de Néstor Sanabria Landazábal, Aura Cristina Reyes Romero y Leonardo Altamar Lara, presenta los fundamentos, antecedentes y tendencias relevantes de la investigación en la capacidad de absorción (CA). La revisión pone en evidencia el valor estratégico que la CA puede tener para el avance significativo de la competitividad y la creación de valor en los sectores productivos, sobre todo desde el contexto de la competitividad basada en el conocimiento y la innovación, ya que pone de relieve las marcadas asimetrías existentes en cuanto a capacidades en ciencia y tecnología. Así, la generación de capacidades de aprendizaje constituye una respuesta estratégica a las necesidades de desarrollo y son requisito para la perdurabilidad empresarial, en la medida que impulsa la necesidad de investigación en CA a fin de mejorar las condiciones de adquisición, asimilación y explotación de conocimientos originados de las diferentes fuentes a las que la empresa se ve expuesta.

El segundo capítulo, titulado “Panorama tecnológico y de innovación en el sector industrial colombiano”, bajo la autoría de Enrique Niebles Núñez, Jorge Cervera Cárdenas y

Aura Cristina Reyes Romero presenta una contextualización del estado de la industria en materia de innovación a nivel internacional y en América Latina a partir de diversos informes que entregan una visión completa de los escenarios que rodean al país. Posteriormente, en lo que respecta a Colombia, los estudios recopilados reflejan la situación de la industria manufacturera nacional y su evolución a través de los últimos años; además, se aproxima a la realidad de la innovación de la industria utilizando los datos que el DANE publicó en la encuesta EDIT 2013-2014 no solo para todas las empresas manufactureras, sino también sobre aquellas que la entidad considera innovadoras. Los autores encuentran que si bien en esta materia Colombia se posiciona a un nivel promedio, al mismo tiempo según el Global Innovation Index 2015-GII, las industrias nacionales poseen debilidades en sus departamentos de I+D (muy pocas lo han constituido de manera formal), así como en la cooperación interinstitucional que exige llevar a cabo actividades conjuntas de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), de tal manera que de las 8.835 encuestadas, solo 1.750 empresas son consideradas innovadoras.

Seguidamente, Rafael García Luna, José Luis Ramos Ruiz y Jaime Morón Cárdenas presentan el capítulo “Patrones sectoriales de aprendizaje de la industria colombiana: EDIT 2011-2012”, en el que, luego del análisis de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT VI, 2011-2012), identifican las actividades, fuentes de aprendizaje y su relación de utilización en diferentes sectores de la industria manufacturera colombiana, con la consiguiente implementación un método de relación causal estadística cuyas técnicas de análisis de componentes principales (ACP) y análisis de clúster determinan como resultado dos patrones sectoriales de aprendizaje y cuatro clústeres, que describen las combinaciones de fuentes de aprendizaje reportadas en distintos grupos de actividades industriales.

Este capítulo deja al descubierto que el ecosistema de innovación del país está compuesto principalmente por microempresas, encuentra que la combinación de fuentes de aprendizaje, con baja inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) es la mejor estrategia para adquirir y asimilar conocimientos posibilitadores de innovaciones, pues está evidenciando que la generación interna y la adaptación conocimientos externos son elementos insoslayables para el mejoramiento de la capacidad de absorción tecnológica y la productividad de la industria manufacturera colombiana.

En el cuarto capítulo, “Capacidad de absorción del sector manufacturero innovador en Colombia: Una aproximación empírica”, los autores Gustavo Rodríguez Albor y Marco Ariza analizan la capacidad de absorción de la industria manufacturera innovadora en Colombia a partir de la información del Dane contenida en la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) de 2013-2014. Los autores emplearon las variables relacionadas con la capacidad de absorción en los 53 subsectores industriales según patrones de absorción comunes, tomando las 1710 empresas que admitieron haber obtenido algún tipo de innovación. Para establecer los patrones de capacidad absorción a nivel del sector manufacturero se recurrió a dos técnicas multivariadas ampliamente conocidas: un análisis por componen-

tes principales (ACP) para reducir dimensiones o variables y un análisis por conglomerados o clúster. Los hallazgos del estudio demuestran la relación estadística de las cuatro fases de capacidad de absorción descritas por Zahra y George (2002) para la industria en Colombia.

Finalmente, resaltamos que el presente libro es la recopilación de los resultados del proyecto de investigación Análisis de la capacidad de absorción de la industria en Colombia desarrollado en el marco de la Convocatoria 702 Jóvenes Investigadores e Innovadores, orientada a la formación de capital humano de alto nivel para el departamento de Atlántico en 2014, y que fue cofinanciada por Colciencias y la Universidad Autónoma del Caribe. El proyecto está adscrito al grupo INCATUR, el cual hace parte de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables y apoya el Grupo de Investigación en Materiales, Procesos y Tecnologías de Fabricación (IMTEF), adscrito a la Facultad de Ingeniería, ambos pertenecientes a la Universidad de Autónoma del Caribe, institución en la cual Aura Cristina Reyes Romero realizó sus pasantías de investigación participando como joven investigadora innovadora Colciencias.

En el marco de este proyecto de investigación, surge también la Red de Estudios en Innovación Empresarial y Tecnológica (Rinnet) www.rinnet.org, en la cual se presenta esta primera obra titulada Capacidad de absorción e innovación: un análisis para industria en Colombia, y que es resultado de las contribuciones de diferentes investigadores de la Universidad Autónoma del Caribe, así como de la colaboración de docentes de la Universidad del Magdalena y Universidad del Norte.

Los invitamos entonces a leer los contenidos de esta obra que tomó casi año y medio de arduo trabajo en la Universidad Autónoma del Caribe. A los autores y sus evaluadores, nuestros agradecimientos.

Gustavo Rodríguez Albor
Universidad Autónoma del Caribe

Rafael García Luna
Universidad del Magdalena

CAPÍTULO 1

PERSPECTIVAS DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN: UNA MIRADA DESDE LA ECONOMÍA EVOLUTIVA¹

Néstor Juan Sanabria Landazábal²

Aura Cristina Reyes Romero³

Leonardo Altamar Lara⁴

INTRODUCCIÓN

La actual fase de globalización es el escenario de mayor desafío para la construcción de las soluciones a los equilibrios de oferta y demanda desde las empresas. Este desafío es expresado por factores como el cambio cualitativo de la institucionalidad presente en las interacciones de las organizaciones; el incremento acelerado de la competencia, en razón de la multiplicidad de nuevos actores, y por una acelerada dinámica de obsolescencia tecnológica, cambios, riesgo e incertidumbre. En tales condiciones, la solución evolutiva dentro de lo comprendido como capacidades dinámicas, o innovación, constituye un baluarte de las posibilidades de perduración de las empresas.

Sin embargo, esta tendencia es construible por las organizaciones capaces de generar impactos en los escenarios de la innovación o aquellas que por su mejoramiento continuo están en condición de adaptarse constantemente. En ambas opciones, la característica esencial es la demanda incremental de conocimientos que, en general, suelen hallarse en el exterior de la organización, pero cuya absorción representa para las empresas incrementos de riesgos e incertidumbres en el mercado.

Así pues, ante los nuevos contextos de la competitividad queda en evidencia que la problemática de las disparidades en ciencia, tecnología e innovación (CT+I) entre sectores, industrias y

1 Este artículo es una versión ampliada del artículo publicado en la Revista Semestre Económico referenciado en Rodríguez (2017). Ambos son productos de investigación financiada por Colciencias y la Gobernación del Atlántico. Se omiten las autocitas textuales correspondientes al artículo de Semestre Económico.

2 Sociólogo, magíster en Economía y Política Internacional, doctor en Estudios Latinoamericanos. Docente investigador, Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico: nestor.sanabria@uautonoma.edu.co

3 Administradora de empresas, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla Colombia. Joven investigadora e innovadora Colciencias, Convocatoria 702 de 2014. Correo electrónico: aurareyasromero@hotmail.com

4 Ingeniero industrial. Instituto de Investigación en Educación de la Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico: altamarl@hotmail.com

países puede ser sorteada mediante la implementación de estrategias de mejoramiento o de innovación, y para ello se requiere de la adquisición de capacidades de aprendizaje no solo al interior de las empresas con mecanismos de investigación y desarrollo, sino también adquiriendo información fuera de las organizaciones, para luego endogenizarla ampliando sus límites estructurales.

Estos rasgos han venido a constituir una necesidad organizacional permanente y devienen en un factor diferenciador y como capacidad de perduración para las empresas, de acuerdo con lo expresado por Heijden, Bradfield, Burt, Cairns y Wright (2002). Nonaka (2000), además, manifiesta que el conocimiento constituye la única certeza para que las organizaciones desarrollen ventajas competitivas, facilitando, según Huysman (2000), la asimilación de cambios, la ejecución de transformaciones, el desarrollo de la innovación y la mejora continua.

Por su parte, Gil y Alcover (2002) sostienen que cuando se trata de organizaciones, la complejidad estriba en que la adquisición de conocimientos en el nivel colectivo no es resultado de la suma de los aprendizajes individuales, sino que en estas se articulan procesos cognitivos, contenidos e información de trabajo y actividades emergentes. En esta misma línea, Ocasio (2001) sostiene que también intervienen otros factores como la estructura organizacional y su ambiente social, económico, cultural y político. Esta complejidad ha motivado, en buena medida, un incremento de estudios acerca de la incidencia de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) sobre la innovación.

Así, el estudio de las relaciones entre las actividades de I+D y la innovación en las empresas está enmarcado en el concepto del aprendizaje cooperativo descrito por Cranton (1996), en el sentido de la captación de información donde grupos y equipos de trabajo constituyen los sistemas básicos de aprendizaje colectivo como respuesta a la necesidad de adquirir, crear, actualizar y renovar el conocimiento necesario para el funcionamiento de las organizaciones⁵. De este modo, cuando las actividades de I+D enfocan tareas o problemas concretos de la organización en función de su búsqueda de optimalidad (vía precios o de construcción de nuevos problemas de la demanda y su garantía de soporte técnico, científico y social), logran contribuir de manera subsidiaria al aprendizaje grupal mediante la experiencia, los conocimientos y la pericia individual de los individuos integrantes de las empresas.

En ese orden de ideas, se ha podido identificar la creciente importancia de un constructo subsidiario de los procesos de I+D en el campo de la investigación relacionado con el potencial de ciertas actividades que una vez desarrolladas al interior de las empresas, pueden repercutir en la ampliación de habilidades para la identificación de oportunidades externas, representadas en información y conocimiento. A ese conjunto de habilidades se ha denominado capacidad de absorción (CA), y que de acuerdo con Camisón y Forés (2010) se ha posicionado como uno de los conceptos de mayor relevancia en la última década. Desde la perspectiva evolutiva, la CA es uno de los componentes principales de las capacidades dinámicas (Teece, Pisano y Shuen, 1997). Según Sanabria-Landazábal

⁵ En similar sentido, y dados los escenarios de la competitividad, se hace relevante comprender las estructuras de explicación basadas en el dilema del prisionero (Axelrod, 1980a, 1980b, 1981, 1986).

(2012), esto se debe a su potencial impacto en la perdurabilidad de las empresas.

Este capítulo de reflexión a partir de la revisión presentada en Rodríguez-Albor, Sanabria-Landazábal, Reyes-Romero, Ochoa-Mendoza y Altamar-Lara (2017) tiene como objetivo identificar y describir los principales aportes que dieron origen e impulsaron el desarrollo conceptual de la CA, su fundamentación, dimensiones y antecedentes, así como las principales tendencias y alcances en investigación en América Latina, y especialmente en Colombia. Para ello se llevó a cabo un proceso sistemático de revisión de literatura, iniciando con el rastreo de publicaciones internacionales de corte teórico y empírico e identificando los trabajos más influyentes desde el punto de vista de su difusión y aplicabilidad. Luego se procedió a descubrir los focos de disenso en cuanto al tema y las limitaciones que enfrenta la creación de nuevo conocimiento en este campo. Como resultado del análisis fue posible establecer que:

- La multiplicidad de opciones en cuanto a unidades de análisis (empresa, sector, país, clúster, etc.), así como las múltiples perspectivas posibles de intercepción de estos campos de estudio acentúan la dificultad de comprender los problemas derivados de la CA en una eventual integración de hallazgos, en la medida de la independencia en las interpretaciones.
- La existencia de dos grandes paradigmas que sostienen las concepciones de la CA. Por un lado, el esquema derivado de la escuela neoclásica y su optimización basada en precios y, por otro, la escuela evolucionista en la cual se puede asumir la innovación y con ella la CA como el elemento dinámico del cambio y adaptación.

Esta situación, sin embargo, no ha minado la intensidad del trabajo académico en torno al concepto, pues en el mismo sentido en que la CA representa un factor con alta incidencia en la competitividad empresarial, entendido como un aspecto macroeconómico, también resulta útil para sortear las brechas en CT+I en su ascendente microeconómico.

El capítulo está dividido en cuatro secciones. En la primera se analiza el proceso de surgimiento del concepto de CA, su fundamentación académica y factores antecedentes desde los aportes más relevantes. En la segunda se revisan las perspectivas y corrientes más recientes en el estudio de la CA y en la tercera sección se estudia el caso de América Latina en lo referente al campo de investigación de la CA. Para finalizar, a modo de conclusión se extraen algunas reflexiones concretas que por su aplicabilidad pueden representar insumos de nuevas iniciativas de investigación, y se presentan las hipótesis que orientan la construcción metodológica de los siguientes capítulos.

1.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE LA CA Y SUS ANTECEDENTES

El concepto de CA surgió como un tema colateral de estudios centrados en actividades de I+D en investigaciones sobre el cambio tecnológico como las de Tilton (1971) y Allen (1977), durante la década de los años setenta. Ambos identificaron el fenómeno del doble efecto de las inversiones en I+D en la industria de los semiconductores en EE. UU., señalando que este tipo de activi-

dades empresariales internas, además de fomentar el desarrollo de innovaciones, potenciaban habilidades específicas para el reconocimiento de novedades externas, así como su asimilación. La comprensión de estas habilidades se podría caracterizar como básica, en la medida de la identificación de un único factor antecedente (actividades de I+D).

En la década siguiente, se produjo lo que hasta ahora es reconocido como el fundamento conceptual de ese tipo de capacidad. Cohen y Levinthal (1989; 1990) formularon la primera y más influyente versión del constructo al retomar el fenómeno del doble efecto de las actividades de I+D, pero introduciendo una notoria ampliación a la base de antecedentes de dicha capacidad, que desde la contribución de estos autores se denominó capacidad de absorción (CA) y fue definida en función de la habilidad para adquirir información externa, asimilarla y explotarla de manera comercial. Así mismo, destacaron el papel de la CA como fundamento de la innovación.

Los factores antecedentes de la CA propuestos por Cohen y Levinthal (1990) se agrupan en dos categorías:

- La primera, a partir de una premisa que supone que el aprendizaje es acumulativo y que la productividad del nuevo conocimiento está relacionada con su dinámica de retención en las fronteras tecnológicas y científicas. Sobre esto se asumió la existencia de un conocimiento previo. Sin embargo, esta forma de ver la acumulación de conocimiento se acerca mucho al planteamiento de Romer (1990) según el cual se supone que la tecnología es exógena, y en su modelo la asocia con un dato A . Pero hoy, ello es posible si se hace caso omiso de la velocidad con que se acumula información y se producen trascendentales variaciones en las concepciones y usos de la tecnología y la ciencia. Entonces, desde esta perspectiva el problema tiene que ver con los mecanismos a utilizar en las empresas para endogenizar estos productos del conocimiento, que se pueden adquirir en el mercado.
- La segunda categoría implica al conjunto de atributos, mecanismos y procesos internos que propician la explotación comercial del nuevo conocimiento. Entre estos últimos pueden mencionarse los patrones internos de comunicación, así como las características y distribución de las habilidades. Esta categoría implica también la dinámica lineal de la estructura neoclásica.

A pesar de la diversidad de antecedentes propuestos, la mayoría de estudios empíricos posteriores basados en Cohen y Levinthal (1989; 1990) se centraron en la ampliación de la CA mediante las actividades de I+D.

Entre muchos otros autores que se apoyan en las bases colocadas por Cohen y Levinthal (1989,1990), los aportes de Mowery, Oxley y Silverman (1996) van a destacar que el problema a resolver es mucho más complejo, y definen la CA como un conjunto amplio de habilidades orientadas a la comprensión de los componentes tácitos del conocimiento originado fuera de los límites de la organización, así como su transferencia y modificación. La transferencia de componentes tácitos del conocimiento supone la necesidad de que los procesos de adquisición en la organización sean graduales y permanentes. Si bien esta nueva versión asume la CA como un mecanismo

resultado de un conjunto de elementos, deja por fuera elementos económicos de importancia que habría que explicar. Algunas variantes de esos elementos son el arriendo de patentes, el cobro de regalías por las mismas, algunas formas comerciales como las franquicias y las versiones de construcción de conocimiento soporte de los procesos de intrafirma.

Por otra parte, y de manera casi simultánea en el tiempo, los desarrollos de Malerba (1992) presentan dos hipótesis en relación con las CA:

- Por un lado, que las vías y maneras de aprendizaje se dan de muchas formas y esto depende de la estructura y tradición de las empresas, aspectos que en la perspectiva evolucionista de Nelson y Winter (1982; 99) habían sido señalados como la integración de rutinas organizacionales y las habilidades individuales a partir de las cuales se construye la memoria organizacional.
- Por otro, implica el reconocimiento de que la diferencia de vías y maneras genera una amplia posibilidad de trayectorias que se apartan de las reducciones de los costos promedio y de las teorías marginalistas de los precios. Así, las CA constituyen un proceso dinámico que está en la raíz del cambio técnico-tecnológico a partir del conocimiento capital y la dependencia de estos conceptos de la ciencia y de los entornos globales y locales, por lo que en primera línea aparecen los stocks de conocimiento de las empresas.

Bajo esta perspectiva, Malerba (1992) discute acerca del conocimiento como un bien libre, y que la sincronización con las capacidades a partir de los stocks acumulados puede definir las maneras y modos de las empresas llegando incluso a considerar su entorno como condición de endogenizar las políticas públicas y la competencia a fin de resolver las necesidades competitivas del cambio tecnológico.

Por su parte, Lane y Lubatkin (1998) introdujeron significativas reinterpretaciones a los desarrollos conceptuales anteriores. Basándose en el estudio de las dinámicas de aprendizaje entre organizaciones, evidenciaron que solo el 4 % de la varianza de los aprendizajes podía explicarse mediante el gasto en I+D. Esto los llevó a identificar factores con mayor peso en la absorción de conocimiento, acotando así el concepto de capacidad de absorción relativa, que definen como un proceso de aprendizaje acumulativo desarrollado en medio de alianzas de aprendizaje. En este concepto existen dos roles centrales: uno, el de empresa estudiante, que adquiere conocimientos de una empresa maestro a fin de absorberlos y aplicarlos (lo cual en términos de la teoría de juegos implica la existencia de un líder y un seguidor). De acuerdo con Antonakis, Cianciolo y Sternberg (2004) ese esquema produce más interrogantes que respuestas, pero en desarrollos más recientes implica la construcción de confianza como una derivada de las relaciones al interior de las empresas, y que posibilita el desarrollo de creatividad como base de la construcción de competitividad vía innovación (Henderson, Liden, Glibkowski y Chaudhry, 2009).

De manera previa a los esquemas líder-seguidor, Lane y Lubatkin (1998) proponen las semejanzas como antecedentes determinantes de la CA, en cuanto a conocimientos básicos, sus estructuras y problemas organizacionales, sus prácticas de compensación y las lógicas dominantes.

De igual forma, las diferencias constituyen antecedentes para la CA, en cuanto a conocimientos especializados entre las empresas.

Otros aportes que son complementarios a los anteriores, y que enfocan dos categorías de antecedentes organizativos de la CA son: las capacidades combinatorias y las formas organizativas expuestas por Van den Bosch, Volberda y De Boer (1999) y Van den Bosch, Van Wijk y Volberda (2003). Las primeras se subdividen en capacidades sistémicas, capacidades de coordinación y capacidades de socialización; todas constituyen mecanismos internos que inciden en la CA. De acuerdo con Jansen, Van Den Bosh y Volberda (2005), las capacidades de coordinación tienen fuerte incidencia en el desarrollo de la CA potencial y muy poca incidencia sobre la CA realizada, mientras que las capacidades sistémicas y de socialización, por otro lado, tienen fuerte y exclusiva incidencia sobre la CA realizada.

En cuanto a las segundas, es decir, las formas organizativas, Van den Bosch, Volberda y De Boer (1999) y Van den Bosch, Van Wijk y Volberda (2003) mantienen la tipología de estructuras propuestas por Lane y Lubatkin (1998), a saber: estructuras funcionales, divisionales y matriciales. Ellos establecen que las estructuras matriciales plantean las condiciones más propicias para la generación de la CA, mientras que las estructuras divisionales tienen una incidencia relativa sobre la generación de la CA, que va a depender del contexto. Las estructuras funcionales, por el contrario, muestran una incidencia negativa sobre la generación de la CA, según lo argumentado por Jansen y otros (2005).

Podría decirse que entre la identificación del doble efecto de las actividades de I+D, durante la década de los años ochenta, y las bases desarrolladas por Cohen y Levinthal (1989; 1990) hasta las reinterpretaciones conceptuales de Lane y Lubatkin (1998), se marca un periodo de fundamentación conceptual de la CA. Así, el concepto de CA pasó de ser un tema colateral de investigación a constituir un campo naciente de estudio en el contexto de la teoría organizacional.

Un segundo momento de la explicación del fenómeno denominado CA tendrá como referente lo propuesto por Malerba (2002), bajo cuyos presupuestos de la existencia de un sistema de innovación y una mirada multidimensional y dinámica de los sectores económicos se presentará a la CA como resultado de interacciones entre agentes y empresas con conocimientos previos, expuestos a un entorno del cual se puede y debe aprender, más allá del learning by doing de Arrow (1962), de acuerdo con los planteamientos de Romer (1990), en especial la tecnología como factor esencial para poder competir. En estas relaciones las instituciones moldean las posibilidades de las interacciones y sus subsecuentes iteraciones. Así, el cambio aparece como resultado de co-evolución, que afecta hábitos, rutinas, cambio tecnológico y, en general, todas las estructuras de las organizaciones en razón a los patrones de absorción tecnológica.

Sobre estas bases conceptuales se produjo posteriormente una significativa profundización con el aporte de Zahra y George (2002). Se iniciaría así un período de consolidación de la CA como ámbito independiente en la investigación organizacional. Partiendo del fundamento propuesto por Cohen y Levinthal (1989; 1990), Zahra y George plantearon una reconceptualización de la

CA, considerándola como una capacidad dinámica en la organización que permite la generación de ventajas competitivas de orden superior en el sentido de Porter (1991, 63-107).

El concepto de capacidad dinámica aquí es sustantivo. Este aparece inicialmente en Wernerfelt (1984) y es retomado por Prahalad y Hamel (1990) en el marco de la planeación estratégica y dentro del articulado de lo formulado en la teoría de recursos y capacidades (Peteraf, 1993, Barney, 2001). Paralelamente y junto a las posturas evolucionistas de Nelson & Winter (1982), Teece et al. (1997) sintetizarán una nueva unidad explicativa, entendida esta como capacidades dinámicas en las cuales el concepto de confianza presentado anteriormente es uno de los hilos que articulan lo descrito. Estas capacidades dinámicas hacen referencia a la toma de decisiones de la gerencia dentro de una estrategia de adaptación a los cambios del entorno, sujeta a unos mínimos de capacidades que aseguren la perdurabilidad empresarial; desde esta perspectiva pueden entenderse como una conceptualización diferenciada de los aportes hechos según las explicaciones de la CA.

Retomando a Zahra y George (2002), la CA está constituida por dos subconjuntos de procesos (a los que también denominan capacidades y habilidades) que si bien pueden ser considerados de manera aislada por tener funciones independientes dentro de la organización, son complementarios. De esta manera distinguen la capacidad de absorción potencial y la capacidad de absorción realizada. La primera incluye los procesos de adquisición y asimilación del nuevo conocimiento externo, y la segunda incluye la transformación y explotación de dicho conocimiento. El vínculo entre estas dos categorías radica en el hecho de que una empresa puede adquirir y asimilar conocimiento, pero no poseer la capacidad de transformarlo y explotarlo; por lo tanto, la sola existencia de la CA potencial no asegura una ventaja competitiva. Sin embargo, la CA realizada depende en gran medida de la CA potencial, pues no se puede transformar un conocimiento que no ha sido adquirido con anterioridad.

En esa propuesta, la adquisición está referida a la habilidad de una empresa para reconocer, entre las múltiples fuentes de información externa a las que está expuesta, el conocimiento más relevante para sus operaciones. La capacidad de adquisición, según Lewin, Massani y Peeters (2011), está determinada por la intensidad, la dirección y la velocidad con que se emprenden las actividades, que, a su vez, son influenciadas por el ambiente externo de la empresa. Cabe mencionar que la CA representa una capacidad que la organización puede o no poseer, y que puede ser medida de manera empírica. En el caso particular de la dimensión de adquisición, Zahra y George (2002) proponen dos indicadores alternativos: años de experiencia en el departamento de I+D o cantidad de inversión en I+D.

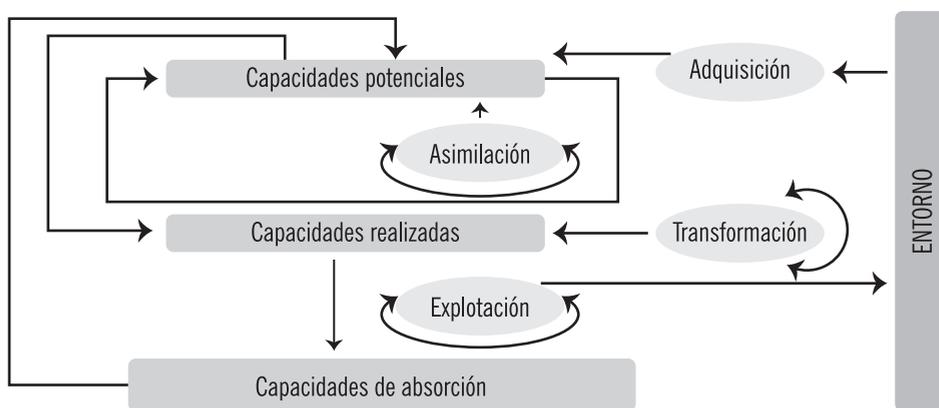
La dimensión de asimilación está referida a las habilidades y rutinas que permiten analizar, procesar, interpretar y comprender en la empresa la información obtenida de fuentes externas. Aquí los indicadores propuestos se basan en los aportes de Cockburn y Henderson (1998): el número de citas de patentes cruzadas por la empresa o el número de citas que se hacen en las publicaciones de una empresa de investigación que se desarrollan en otras empresas.

La dimensión de transformación hace alusión a la capacidad de una empresa para desarrollar y perfeccionar las rutinas productivas que permiten combinar el conocimiento existente con el conocimiento recién adquirido y asimilado. En este punto juega un papel importante el tema de los antecedentes de la organización que, de una u otra forma, inciden en la CA. En esta dimensión, los indicadores están basados en el trabajo de Leonard-Barton (1995): número de nuevas ideas de productos o nuevos proyectos de investigación iniciados.

La dimensión de explotación es la fase final del proceso de las CA. Consiste en la aplicación práctica del conocimiento adquirido y transformado. Por lo general, se manifiesta en un nuevo producto o proceso. Zahra y George (2002) aportan los siguientes indicadores para esta dimensión: número de patentes, anuncios de nuevos productos o duración del ciclo de desarrollo de productos.

Como lo hicieron Cohen y Levinthal (1990), Zahra y George (2002) enfatizaron la experiencia previa como el presupuesto (sujeto a, en los modelos de equilibrio) de la CA y, sin embargo, extendieron esa base de factores incluyendo la disponibilidad y complementariedad de las fuentes de conocimiento externo. También involucraron los elementos activadores, que se definen como eventos externos o internos que motivan el rastreo y asimilación de conocimiento externo. Este proceso se describe en la gráfica 1.1.

Gráfica 1.1. Constructo de las CA



Fuente: Elaboración propia de autores

Zahra y George (2000) establecieron adicionalmente un criterio de eficiencia para la creación de valor agregado a partir de conocimientos adquiridos en las organizaciones. Esta eficiencia es

definida en función de la habilidad para transitar desde la CA potencial hasta la CA realizada; de modo que aquellas empresas con una mayor CA potencial (y menor eficiencia) se caracterizan por la sostenibilidad de sus ventajas competitivas, aunque no sean muy prolíficas en este sentido. Por el contrario, las empresas con una mayor CA realizada (y por ende mayor eficiencia) se caracterizan por desarrollar ventajas competitivas de orden superior basadas en la frecuente innovación de procesos y productos.

Podría decirse que la visión de las cuatro capacidades y habilidades que conforman el constructo descrito hasta aquí, es una línea teórica importante de los estudios actuales sobre el tema. Entre muchos estudios empíricos que incorporan esas dimensiones cabe referenciar los de Jansen, Van den Bosh y Volberda (2005); Camisón y Forés (2010); Flatten, Engelen, Zahra y Brettel (2011); Jiménez-Barrionuevo, García-Morales y Molina (2011); Wang y Han (2011). La tabla 1.1

Tabla 1.1 Resumen de los principales factores antecedentes de la CA

ANTECEDENTES	AUTORES
Conocimiento previo	Cohen y Levinthal (1990); Nonaka (2000); Malerba (1992); Nonaka y Takeuchi (1995); Gupta y Govindarajan (2000); Zahra y George (2002); Schmidt (2005).
Mecanismos organizativos internos	Cohen y Levinthal (1990); Lane y otros (2001).
Inversión en I+D	Cohen y Levinthal (1990); Veugelers (1997); Schmidt (2005); Murovec y Prodan (2009).
Existencia de oportunidades tecnológicas	Cohen y Levinthal (1990); Nieto y Quevedo (2005).
Nivel de externalidades - régimen de apropiación	Cohen y Levinthal (1990); Malerba (1992); Zahra y George (2002); Nieto y Quevedo (2005); Jansen y otros (2005).
Características del conocimiento externo	Cohen y Levinthal (1990); Lane et al. (2006).
Diversidad cultural	Cohen y Levinthal (1990); Lane y otros (2001).
Similitud en el Conocimiento básico de ambas empresas	Lane y Lubatkin (1998); Malerba (1992).
Semejanza en prácticas de compensación de las empresas	
Diferencias en conocimientos especializados entre las empresas	
Participación en alianzas de cooperación	Lane y Lubatkin (1998); Lane y otros (2001); Zahra y George (2002).

ANTECEDENTES	AUTORES
Semejanza en las formas organizativas	Lane y Lubatkin (1998); Van den Bosch et al. (1999); Murovec y Prodan (2009).
Similitud en la lógica de empleo de los conocimientos	Lane y Lubatkin (1998); Gupta y Govindarajan (2000)
Capacidades combinatorias	Van den Bosch et al. (1999); Van den Bosch et al. (2003); Jansen et al. (2005).
Formas organizativas	
Fuentes de conocimiento externo	Zahra y George (2002); Stock, Greis y Fisher (2001).
Elementos activadores	Zahra y George (2002).
Mano de obra cualificada	Minbaeva, Petersen, Bjorkman, Fey y Park (2003); Minbaeva (2005).
Capacidad de creación interna de conocimiento	Camisón y Forés (2011).

Fuente: elaboración propia

muestra un resumen de los principales factores antecedentes de la CA, de acuerdo con los aportes conceptuales más relevantes.

La amplitud de la base de factores antecedentes de la CA, en ocasiones controvertida por la escasa validación empírica (que supondría la generalización de antecedentes extraídos de casos de estudio e interés particular), ha redundado, a su vez, en un conocimiento incipiente de la relación entre antecedentes y dimensiones de la CA, de acuerdo con lo expuesto por Joglar, Chaparro, Orero y Arraya (2007). Es importante, sin embargo, aclarar que dicha amplitud es también un resultado lógico de las múltiples unidades y perspectivas de análisis desde las cuales se ha tratado el concepto. A instancias de brindar evidencias de este hecho, a continuación, se encuentra una breve referencia de las perspectivas de análisis más relevantes en el estudio reciente de la CA.

1.2. PERSPECTIVAS EN EL ESTUDIO DE LA CA

En la última década se ha apreciado un notable crecimiento de la CA como campo de investigación a nivel empresarial, de modo que se ha logrado consolidar un marco de referencia para la ejecución de estudios empíricos, que son cada vez más frecuentes en la literatura internacional, tal cual ocurre en el campo de la asociación entre la CA y la innovación empresarial. Gebauer, Worch y Truffer (2014) asumen la CA como un proceso de aprendizaje (adquisición, asimilación, transformación y explotación del conocimiento) que una vez mediado por capacidades combinatorias (sistematización, socialización y coordinación), determina el grado de innovación estratégica de la empresa. Esta no solo refiere a la innovación de bienes o servicios, sino al aumento

de valor para los clientes, la remodelación de los mercados en que se incursiona y, en general, la reconfiguración del modelo de negocio.

De manera similar después de que Sáenz, Aramburu y Ageitos (2014) relacionan la CA con la innovación abierta, expuesta por Chesbroug (2009), encuentran que la primera modera los resultados de la innovación radical o disruptiva, pero no los de la innovación incremental. Cabe mencionar que el concepto de innovación abierta es sustentado en términos de la frecuencia con que se da la cooperación y del número de socios diferentes con los que la empresa la asume en las fases del proceso. En este sentido, se supone que un mayor ejercicio de cooperación fomentará una mayor apertura a la innovación en las empresas

Por otra parte, Nieto y Quevedo (2005) lograron demostrar una significativa incidencia de la CA sobre los esfuerzos de innovación en las empresas, dejando a la vista que las capacidades internas de la organización influyen de manera trascendental cuando se busca adquirir conocimientos externos. Hallazgos similares en torno a esta asociación fueron evidenciados por López-Mielgo, Montes-Peón y Vázquez-Ordás (2012), entre otros.

La literatura empírica sobre CA no ha estado exenta de controversia, por lo general debido a aspectos de interpretación conceptual que repercuten en las mediciones realizadas. Un ejemplo de ello es el uso del gasto en I+D como una sola medida de CA (Rothaermel y Alexandre, 2009), a pesar de que esto ha sido criticado (Lane, Koka y Pathak, 2006). Además, algunos autores consideran CA como un solo factor (García-Morales, Ruiz-Moreno y Llorens-Montes, 2007; Chen, Ling y Chang, 2009), a pesar de las orientaciones multidimensionales de la CA que se han promovido desde hace una década.

Tabla 1.2. Síntesis de los tópicos que en el contexto académico se han vinculado a la investigación de la CA

TEMÁTICA	AUTORES
Gestión del conocimiento	Lane y Lubatkin (1998); Minbaeva et al. (2003); Vasudeva y Anand (2011).
Aprendizaje organizacional	Lewin et al. (2011); Schildt, Keil y Maula (2012).
Gestión de la innovación	Tsai (2001); Lichtenthaler y Lichtenthaler (2009).
Investigación y desarrollo	Boschma y Walter (2007); Vicente-Oliva, Martínez-Sánchez y Berges-Muro (2015).
Ventajas competitivas	Lewin et al. (2011); Denicolai, Ramírez y Tidd (2016).
Capacidades dinámicas	Teece et al. (1997); Zollo y Winter (2002).

Fuente: elaboración propia

Así pues, con base en lo afirmado por Gebauer y Worch (2015), el concepto de CA se ha conectado con diferentes temáticas de análisis en el contexto académico, las cuales se encuentran relacionadas a continuación:

Igualmente el estudio de la CA ha estado vinculado a múltiples unidades de análisis, como es el caso de sistemas productivos nacionales, expuesto por Mingyong, Shuijun y Qun (2006) y Aghion, David y Foray (2009) el desarrollo industrial, presentado por Mingyong, Hua y Shujin (2009), y sistemas nacionales de innovación, planteado por Padilla-Pérez y Gaudín (2013), entre otros. Como cierre de este recorrido por el mundo de las ideas en torno a las CA cabe destacar los planteamientos de Teece et al. (1997); Zollo y Winter (2002), quienes a partir de la escuela del evolucionismo económico presentarán unas nuevas alternativas de hipótesis teóricas recuperando todo lo elaborado hasta ahora y formulando que en la medida que las CA son acumulativas de dos vías, su insumo fundamental es la información, y ello representa una solución hipotética que incorpora riesgo e incertidumbre (Teece, Peteraf y Leih, 2016) en las tomas de decisiones que impliquen dinamización de la acumulación de CA y su implementación en el desarrollo de los mercados.

1.3. LA INVESTIGACIÓN DE LA CA EN AMÉRICA LATINA

Los estudios sobre la CA se han desarrollado en países, sectores y empresas con condiciones de alta inversión en I+D; sin embargo, de acuerdo con lo argumentado por Olea-Miranda, Contreras y Barceló-Valenzuela (2016), en países y regiones donde estas inversiones son muy bajas o nulas, el desarrollo del concepto se constituye en un panorama por contrastar.

En el ámbito latinoamericano, Gutti y López (2008) señalan que la dinámica observable entre las capacidades de aprendizaje y el nivel de desarrollo tecnológico supone que la importancia de la incorporación de conocimiento externo disminuye a medida que aumenta el nivel de desarrollo, razón por la cual los países del área deben apostarle a la absorción de conocimiento externo para incrementar sus posibilidades de innovación. El argumento, aunque muy importante, no está exento de riesgos sobre todo si se mira que la inversión en los países desarrollados o el número de patentes o los acuerdos universidad-empresa no solo son abundantes, sino sólidos por su largo tiempo de implementación.

Por otra parte, una de las características actuales de las empresas en los países menos desarrollados es que la creación de nuevas capacidades no se produce exclusivamente vía esfuerzos en I+D, sino a través de la adquisición de tecnología incorporada en bienes de capital; por tanto, refiere a dos posibilidades, ambas dentro de los criterios de la CA: se trata bien de mejoramiento continuo, o bien de innovación, siendo esta última ajena a la existencia de la construcción de conocimiento propio ya que se adapta al esquema de líder a seguir mediante propuestas como las franquicias, o las concesiones, o los muy importantes procesos intrafirma.

En sentido similar, Milesi (2006) sostiene que los bienes de capital y las TIC hacen parte de

un conjunto de tecnologías externas que favorecen la innovación en procesos, mientras que las innovaciones de productos se logran mediante el énfasis en generación de tecnología interna (I+D o ingeniería y diseño). Así mismo, Castellacci y Natera (2013) apoyan en su estudio la premisa según la cual los países con economías avanzadas tienen la inversión en I+D como componente principal para el desarrollo de la CA, mientras que los países con ingresos medios dependen para ello de variables como la infraestructura y el comercio internacional.

En ese orden de ideas, resulta fundamental reconocer que las necesidades de desarrollo en América Latina suponen vías de solución que involucren incrementos en el caudal de investigación centrado en las capacidades de aprendizaje, para la adopción de tecnología externa; sin embargo, estas son escasas.

Por consiguiente, cabe mencionar algunos estudios desarrollados en Chile entre otros como es el caso de Giuliani y Bell (2005), que fue una investigación empírica acerca de la capacidad de aprendizaje e innovación en los clústeres vinícolas, en donde se encontró que la CA individual de las empresas es un factor determinante para el aprendizaje y la innovación. Así, las intervenciones enfocadas en el fortalecimiento de las bases de conocimiento de las empresas contribuirán al desarrollo de conocimientos e innovación que se difundirán en todas las empresas del clúster.

De manera similar se ha establecido la favorable incidencia que para la innovación empresarial tiene la existencia de relaciones con universidades y centros de investigación. La cualificación del personal ha demostrado, junto con lo anterior, ser determinante para la creación, apropiación y utilización del conocimiento que lleva a la innovación, pues cuanto mayor sea esta, se transmite de mejor y más rápida manera el conocimiento al interior de la empresa a la vez que propicia el aprovechamiento de la información del exterior para adaptarla por la firma, concepto manifestado por Marotta, Mark, Block y Thorn (2007) y Saito y Gopinath (2011).

Se destaca también el estudio de Bittencourt y Giglio (2013), quienes adoptan en su investigación el enfoque de patrones sectoriales de aprendizaje, propuestos por Malerba (1992; 2002). En su análisis empírico de la CA tecnológica de la industria brasileña, estos autores advierten sobre el hecho de que las evidencias aportadas en muchos estudios similares pueden clasificarse como subproductos de otro enfoque principal y, por tanto, arrojan dudas sobre su validez. Estos autores emplean relación causal estadística a fin de probar la hipótesis del doble efecto de las actividades de I+D: capacitación y aprendizaje práctico para generar innovaciones de alto impacto.

En Colombia se han hecho contribuciones al estudio de la CA desde varias ópticas, una de ellas es el trabajo de Malaver, Vargas y Ardila (2009), que de manera puntual realizan la verificación empírica de la generación de la CA en empresas industriales a partir de la adquisición de tecnología. Los hallazgos de estos autores confirman una asociación positiva entre estos dos factores. Desde la perspectiva de las relaciones interempresariales y de los vínculos entre empresas y otras instituciones, Becerra, Serna y Naranjo (2013) pudieron establecer una relación positiva entre esos vínculos y el incremento de las capacidades tecnológicas, así como del aprendizaje organizacional. Se concluye de estos trabajos que como el grueso de las empresas colombianas

son mipymes con débiles relaciones con agentes externos, quizá esto sea una posible causa de la escasa innovación, capacidad de aprendizaje y transferencia de conocimientos.

González-Campo y Hurtado-Ayala (2014a; 2014b), por su parte, realizaron estudios desde el sector de mipymes y de empresas de servicios. En el primer caso lograron demostrar que la CA no es determinante de la innovación sino las estrategias competitivas asumidas en esta clase de procesos por cada tipo de empresa. De esta manera fueron las empresas pequeñas las que evidenciaron mayor CA. En el segundo caso determinaron que el sector de servicios tiene una CA insuficiente, lo cual evidencia limitaciones para unir el conocimiento recién adquirido con el conocimiento previo (transformación). Las innovaciones que se logran en productos y procesos (explotación), no siempre están ligadas al aprovechamiento de nuevo conocimiento. Estos hallazgos llevaron a concluir que la generación de conocimientos derivados de factores externos no es posible en ausencia de capacidades internas.

CONCLUSIÓN

Las investigaciones sobre la CA están justificadas por su capacidad explicativa del mejoramiento continuo y la innovación de las empresas y, con ello, la generación de competitividad. Este reconocimiento contrasta con la incipiente densidad de estudios en este campo en América Latina y la necesidad de conocer sus falencias y urgencias de desarrollo, expresadas por el rezago en la construcción de conocimiento nuevo. En esta revisión se pudo evidenciar el valor estratégico que la generación de la CA puede tener para el avance significativo de la competitividad y la creación de valor en los sectores productivos en la región.

Por otra parte, la amplitud de antecedentes de la CA, que se ha podido evidenciar en esta revisión, da cuenta de su importancia y de la necesidad de una profundización en el estudio sobre ellos y de su relación con las dimensiones basándose en las realidades empresariales y de sus entornos para un uso adecuado de la explicación del constructo. Se ha encontrado que una de las principales críticas a este respecto señala el uso de antecedentes poco generalizables, que han dificultado la réplica de intervenciones para la creación de ventajas competitivas de orden superior. Lo anterior no implica que pudieran invalidarse en alguna medida los aportes hechos hasta ahora, sino que más bien representa una oportunidad para avanzar en la pertinencia que exigen los múltiples escenarios de análisis que plantea la CA como campo de estudio.

Por otra parte, se requiere estrechar más los fundamentos de las capacidades dinámicas a fin de poder explicar de manera clara el aporte de las CA. Esto es, los límites entre su aporte a la innovación y al mejoramiento continuo, entendiendo que ambas son expresiones de un mismo diseño establecido estratégicamente como perdurabilidad empresarial.

Pero ello requiere de una primera aproximación luego de establecer las relaciones causales entre las CA potenciales y las CA realizadas a fin de poder hacer transparente el sistema de innovación, así como las relaciones estructurales entre conocimiento y el mejoramiento continuo. La in-

formación presentada de esta manera permitirá acercarse a lo formulado como región innovadora, entendido este como un ecosistema (Ruiz-Rodríguez, 2005; Romani-Chocce y Atienza-Ubeda, 2006; Vázquez-Barquero, 2015; Maltseva y Gridchina, 2016; Richard-Florida y Mellander, 2017; entre otros).

Lo anterior implica que las capacidades de absorción hipotéticamente se relacionan con las capacidades potenciales de absorción, que son alimentadas por la adquisición y asimilación de conocimiento y las capacidades realizadas, lo cual incluye transformación y explotación.

De acuerdo con lo revisado, la tendencia del análisis de las CA tiene aspectos de base que se asumen para resolver el problema propuesto en la investigación Análisis de las capacidades de absorción tecnológica en las industrias en Colombia. Entre ellos las hipótesis que sostienen la propuesta de los patrones de aprendizaje de Malerba, los presupuestos de Bittencourt y Giglio (2013) y las cuatro capacidades y habilidades de Zahra y George (2002), que en específico genera el siguiente cuerpo de hipótesis:

1. Existe estrecha relación entre el nivel de consolidación industrial y su capacidad de crear valor a partir de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de las regiones.

2. Las capacidades de las industrias para desarrollar innovaciones repercute de manera directa en dinámicas exponenciales en la construcción de mercados regionales y en la participación en los mercados más dinámicos o globalizados.

3. El crecimiento exponencial del conocimiento hace que la tarea de la absorción, asimilación y explotación de ellos sea cada vez más compleja para cualquier empresa e incremente su exposición al riesgo e incertidumbre las decisiones gerenciales.

4. El proceso de aprendizaje de las empresas, con miras a adaptarse a la competitividad y los mercados más dinámicos, implica una ampliación de sus capacidades de absorción.

A partir de estos referentes teóricos se puede asumir: ¿Cuáles son las formas de aprendizaje interno que influyen en la capacidad absorción tecnológica de cada patrón sectorial de aprendizaje en la industria colombiana y capacidad de absorción a partir de las cuatro competencias y habilidades presentados a lo largo de este marco teórico?

REFERENCIAS

- Allen, T.J. (1977). *Managing the Flow of Technology*. Cambridge: MIT Press.
- Antonakis, J., A. Cianciolo & R. Sternberg. (2004). *The nature of leadership*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Arrow, K.J. (1962). *The economic implications of learning by doing*. *Review of Economic Studies*, 29, 155-173.
- Axelrod, R. (1980a). *Effective Choice in the Prisoner's Dilemma*. *Journal of Conflict Resolution*, 24, 3-25.
- Axelrod, R. (1980b). *More Effective Choice in the Prisoner's Dilemma*. *Journal of Conflict Resolution*, 24, 379-403.
- Axelrod, R. (1981). *The Emergence of Cooperation Among Egoists*. *American Political Science Review*, 75, 306-18.
- Axelrod, R. (1986). *La evolución de la Cooperación – El dilema del prisionero y la teoría de juegos*. Madrid: Alianza.

- Barney, J.B. (1991). *Firm resources and sustained competitive advantage*. *Journal of Management*, 17, pp. 99-120.
- Becerra, F., Serna, H. & Naranjo, J. (2013). Redes empresariales locales, investigación y desarrollo e innovación en la empresa. Clúster de herramientas de Caldas, Colombia. *Estudios Gerenciales*, 29(127), 247-257.
- Bittencourt, P. & Giglio, R. (2013). Un análisis empírico sobre la capacidad de absorción tecnológica de la industria brasileña. *Revista Cepal*, 111, 183-199.
- Boschma, R. & Walter, A. (2007). Knowledge networks and innovative performance in an industrial district: the case of a footwear district in the south of Italy. *Industry & Innovation*, 14(2), 177-199.
- Camisón, C. & Forés, B. (2011). Knowledge creation and absorptive capacity: The effect of intra-district shared competences. *Scandinavian Journal of Management*, 27(1), 66-86.
- Camisón, C. & Forés, B. (2010). Knowledge absorptive capacity: new insights for its conceptualization and measurement. *Journal of Business Research*, 63(7), 707-715.
- Castellacci, F. & Natera, J. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 579-594.
- Chen, Y-S., Ling, M-J. & Chang, C. H. (2009). *The positive effects of relationship learning and absorptive capacity on innovation performance and competitive advantage in industrial markets*. *Industrial Marketing Management*, 38(2), 152-158.
- Chesbrough, H.W. (2009). *Innovación abierta*. Barcelona: Plataforma Editorial.
- Cockburn, I. & Henderson, R. (1998). Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery. *The Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.
- Cohen, W. & Levinthal, D. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *Economic Journal*, 99(397), 569-596.
- Cohen, W. & Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Cranton, P. (1996). *Types of group learning*. *New Directions for Adult and Continuing Education*. 1996(71). 25-32
- Denicolai, S., M. Ramírez & J. Tidd (2016). Overcoming the false dichotomy between internal R&D and external knowledge acquisition: Absorptive capacity dynamics over time. *Technological Forecasting and Social Change*, 104, 57-65.
- Flatten, T., Engelen, A., Zahra, S. & Brettel, M. (2011). A measure of absorptive capacity: Scale development and validation. *European Management Journal*, 29(2), 98-116.
- García-Morales, V., Ruiz-Moreno, A. & Llorens-Montes, F. (2007). Effects of Technology Absorptive Capacity and Technology Proactivity on Organizational Learning, Innovation and Performance: An Empirical Examination. *Technology Analysis & Strategic Management*, 19(2), 527-558.
- Gebauer, H. & Worch, H. (2015). Absorptive Capacity (of Organizations). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 12-19. Recuperado el 3 de enero de 2016 desde <http://another-sample.net/absorptive-capacity-of-organizations> [03/01/2016]
- Gebauer, H., Worch, H. & TrufferBernhard, B. (2014). *Value innovations in electricity utilities*. En *Fuglsang, Lars, Ronning, Rolf & Enquist, Bo*. (Eds.) *Framing Innovation in Public Service Sectors* (pp. 85-111). New York: Routledge.
- Gil, F. & Alcover, C. (2002). Crear conocimiento colectivamente: aprendizaje organizacional y grupal. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 188(2-3), 259-301.
- Giuliani, E. & Bell, M. (2005). The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy*, 34(1), 47-68.
- González-Campo, C. & Hurtado-Ayala, A. (2014a). Influencia de la capacidad de absorción sobre la innovación: un análisis empírico en las mipymes colombianas. *Estudios Gerenciales*, 30(132), 277-286.
- González-Campo, C. & Hurtado-Ayala, A. (2014b). Propuesta de un Indicador de Capacidad de Absorción de Conocimiento (ICAC-Col): Evidencia Empírica para el Sector Servicios en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 22(2), 29-46.
- Gupta, A. & Govindarajan, A. (2000). Knowledge Flows within Multinational Corporations. *Strategic Management Journal*, 21(4), 473-496.

- Gutti, P. & López, A. (2008). Características del proceso de absorción tecnológica de las empresas con una baja inversión en I+D: Un análisis de la industria manufacturera argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Buenos Aires. Recuperado el 11 de noviembre de 2016 desde: http://www.revistacts.net/files/Tesis_Gutti.pdf
- Heijden, K., Bradfield, R., Burt, G., Cairns, G. & Wright, G. (2002). *The sixth sense: Accelerating organizational learning and scenarios*. San Francisco, CA. Jossey-Bass.
- Henderson, D.J., Liden, R.C., Glibkowski, B.C. & Chaudhry, A. (2009) LMX differentiation: A multilevel review and examination of its antecedents and outcomes. *The Leadership Quarterly*, 20(4), 517-534.
- Huysman, M. (2000). An organizational learning approach to the learning organization. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 9(2), 133-145.
- Jansen, J., Van Den Bosh, F. & Volberda, H. (2005). Managing Potential And Realized Absorptive Capacity: How Do Organizational Antecedents Matter? *Academy of Management Journal*, 48(6), 999-1015.
- Jiménez-Barrionuevo, M., García-Morales, B. & Molina, L. (2011). Validation of an instrument to measure absorptive capacity. *Technovation*, 31(5-6), 190-202.
- Joglar, H., Chaparro, J., Orero, A. & Araya, S. (2007). Los antecedentes de la capacidad de absorción: Análisis crítico y proposición de un modelo de integración. *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management- CIO 2007*, 559-570. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4683848> [03/04/2016].
- Lane, P. & Lubatkin, M. (1998). Relative Absorptive Capacity and Interorganizational Learning. *Strategic Management Journal*, 19(5), 461-477.
- Lane, P., Koka, B. & Pathak, S. (2006). The reification of absorptive capacity: a critical review and rejuvenation of the construct. *Academy of Management Review*, 31(4), 833-863.
- Lane, P. J., Salk, J. E., & Lyles, M. A. (2001). Absorptive capacity, learning, and performance in international joint ventures. *Strategic management journal*, 22(12), 1139-1161.
- Leonard-Barton, D. (1995). *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Lewin, A., Massani, S. & Peeters, C. (2011). Microfoundations of Internal and External Absorptive Capacity Routines. *Organization Science*, 22(1), 81-98.
- Lichtenthaler, U. & Lichtenthaler, E. (2009). A capability-based framework for open innovation: complementing absorptive capacity. *Journal of Management Studies*, 46(8), 1315-1338.
- López-Mielgo, N., Montes-Peón, J. & Vázquez-Ordás, C. (2012). ¿Qué necesita una empresa para innovar? Investigación, Experiencia y Persistencia. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 21(3), 266-281.
- Malaver, F., Vargas, M. & Ardila, F. (2009). Las capacidades de absorción tecnológica: una mirada centrada en la adquisición de tecnología. En J. Robledo, F. Malaver y M. Vargas (Eds.), *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia* (pp. 123-156). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Pontificia Bolivariana, OCYT, Colciencias.
- Malerba, F. (1992). Learning by firms and incremental technical change. *The Economic Journal*, 102(403), 845-859.
- Malerba, F. (2002). *Sectoral systems of innovation and production*. *Research Policy*, 31(2), 247-264.
- Maltseva, A. & Gridchina, A. (2016). Allocation of Management Zones of Territories of Innovative Development: Methodical Basis. *Journal of Applied Economic Sciences*, 11(6), 1077-1083.
- Marotta, D., Mark, M., Blom, A. & Thorn, K. (2007). Human Capital and University-Industry Linkages Role in Fostering Firm Innovation: An Empirical Study of Chile and Colombia. *World Bank, Policy Research Working Paper*, 4443, 41. Recuperado el 12 de marzo de 2016, desde <http://documents.worldbank.org/curated/pt/769091468012329319/pdf/wps4443.pdf>.
- Milesi, D. (2006). *Patrones de Innovación en la Industria Manufacturera Argentina: 1998-2001*. Recuperado el 1 de marzo de 2016, desde <http://www.littec.ungs.edu.ar/pdfespa%F1ol/DT%2001-2006%20Milesi.pdf>.
- Minbaeva, D. (2005). HRM practices and MNC knowledge transfer. *Personnel Review*, 34(1), 125-144.

- Minbaeva, D., Pedersen, T., Bjorkman, I., Fey, C. & Park, H. (2003). MNC knowledge transfer, subsidiary absorptive capacity and HRM. *Journal of International Business Studies*, 45 (1), 38-51.
- Mingyong, L., Shuijun, P., & Qun, B. (2006). Technology spillovers, absorptive capacity and economic growth. *China Economic Review*, 17(3), 300-320.
- Mingyong, L., Hua, W. & Shujin, Z. (2009). Double-edged effects of the technology gap and technology spillovers: Evidence from the Chinese industrial sector. *China Economic Review*, 20(3), 414-424.
- Mowery, D., Oxley, J. & Silverman, B. (1996). Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic Management Journal*, 17(2), 77-91.
- Murovec, N. & Prodan, I. (2009). Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model. *Technovation*, 29(12), 859-872.
- Nelson Richard, R., & Winter Sidney, G. (1982). An evolutionary theory of economic change. *Harvard Business School Press, Cambridge*.
- Nieto, M. & Quevedo, P. (2005). Absorptive capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort. *Technovation*, 25(10), 1141-1157.
- Nonaka, I. (2000). La empresa creadora de conocimiento. En: Harvard Business Review (Ed.), *Gestión del conocimiento*, (pp. 23-49). Bilbao: Deusto.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation?* New York, NY: Oxford University Press.
- Ocasio, W. (2001). ¿How do the organizations think? En: TK. Lant & Z. Shapira (Eds.), *Organizational Cognition. Computation and Interpretation* (pp. 15-38). Mahwah, N.J.: LEA Publishers.
- Olea-Miranda, J., O. Contreras & M. Barceló-Valenzuela (2016). Las capacidades de absorción del conocimiento como ventajas competitivas para la inserción de pymes en cadenas globales de valor. *Estudios Gerenciales*, 32(139), 127-136.
- Padilla-Pérez, R. & Gaudin, Y. (2013). Science, technology and innovation policies in small and developing economies: The case of Central America. *Research Policy*, 43(4), 749-759.
- Peteraf, M. (1993). The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Base View. *Strategic Management Journal*, 14(3), 179-191.
- Porter, M. (1991). *La ventaja competitiva de las Naciones*. Barcelona: Plaza & Janés.
- Prahalad, CK. & Hamel, G. (May 1990). The Core Competences of the Corporation. *Harvard Business Review*. Recuperado el 10 de octubre de 2016, desde <https://hbr.org/1990/05/the-core-competence-of-the-corporation>.
- Richard-Florida, P.A. & Mellander, C. (2017). The city as innovation machine. *Regional studies*, 51(1), 86-96.
- Rodríguez-Albor, G., Sanabria-Landazábal, N.J., Reyes-Romero, A.C., Ochoa-Mendoza, A.C. & Altamar-Lara, L. (2017). Análisis de la capacidad de absorción: una revisión de literatura. *Semestre Económico*, en prensa.
- Romani-Chocce, G.A. & Atienza-Ubeda, M. (2006). Potencial innovador de las pequeñas y medianas empresas de la región de Antofagasta. Chile: un estudio exploratorio. *Forum Empresarial*, 11(1), 18-40.
- Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102.
- Rothaermel, F. & Alexandre, M. (2009). Ambidexterity in Technology Sourcing: The Moderating Role of Absorptive Capacity. *Organization Science*, 20(4), 759-780.
- Ruiz-Rodríguez, F. (2005). Espacio relacional, proceso innovador y difusión territorial de la innovación en Andalucía. *Geographicalia*, 47, 111-136.
- Sáenz, J., Aramburu, N. & Ageitos, N. (2014). La interrelación de la innovación abierta y la capacidad de absorción: Un estudio en empresas españolas de alta tecnología. *Boletín de Estudios Económicos*, 69(213), 443-459.
- Saito, H. & Gopinath, M. (2011). Knowledge spillovers, absorptive capacity and skill intensity of Chilean manufacturing plants. *Journal of Regional Science*, 51(1), 83-101.
- Sanabria-Landazábal, N.J. (2012). Perdurabilidad empresarial. Anotaciones teóricas. *Pensamiento & Gestión*, 32, 190-224.

- Sanabria-Landazábal, N.J., Acosta-Prado, J.C. & Rodríguez-Albor, G. (2016). Desarrollo de innovación, orientación al mercado y territorialidad. *Revista Espacios*, 37(32). Recuperado el 1 de octubre de 2016, desde <http://www.revistaespacios.com/>.
- Schmidt, T. (2005). What Determines Absorptive Capacity? En DRUID Tenth anniversary summer conference 2005. Denmark. Recuperado el 10 de julio, desde <http://economics.ca/2005/papers/0149.pdf>.
- Shildt, H., Keil, T. & Maula, M. (2012). The temporal effects of relative and firm-level absorptive capacity on interorganizational learning. *Strategic Management Journal*, 33(10), 1154-1173.
- Stock, G., Greis, N. & Fischer, W. (2001). Absorptive Capacity and New Product Development. *The Journal of High Technology Management Research*, 12(1), 77-91.
- Teece, D., Peteraf, M., & Leih, S. (2016). Dynamic capabilities and organizational agility. *California Management Review*, 58(4), 13-35.
- Teece, D., Pisano, G. & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Tilton, J. (1971). *International Diffusion of Technology: The Case of Semiconductors*. Washington D.C.: Brookings Institution.
- Tsai, W. (2001). Knowledge transfer in interorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of Management Journal*, 44(5), 996-1004.
- Tzokasa, N., Kimb, Y., Akbar, H. & Al-Dajani, H. (2015). Absorptive capacity and performance: The role of customer relationship and technological capabilities in high-tech SMEs. *Industrial Marketing Management*, 47, 134-142.
- Van den Bosch, F., Van Wijk, R. & Volberda, H. (2003). Absorptive Capacity: Antecedents, Models and Outcomes (No. ERS-2003-035-STR). En *ERIM Report Series Research in Management*, (p. 51). Recuperado el 12 de octubre de 2016 desde <http://hdl.handle.net/1765/334>
- Van den Bosch, F., Volberda, H. & De Boer, M. (1999). Coevolution of Firm Absorptive Capacity and Knowledge Environment: Organizational Forms and Combinative Capabilities. *Organization Science*, 10(5), 551-568.
- Vasudeva, G. & Anand, J. (2011). Unpacking absorptive capacity: a study of knowledge. *Academy of Management Journal*, 54(3), 611-623.
- Vázquez-Barquero, A. (2015). Cambio de modelo de desarrollo en los territorios innovadores: la complejidad del proceso. *Revista Mexicana sobre Desarrollo Local*. (1) Recuperado el 1 de abril de 2016, desde http://rmdl.uan.edu.mx/index.php/RMDL/article/viewFile/6/pdf_1.
- Veugelers, R. (1997). Internal R & D expenditures and external technology sourcing. *Research policy*, 26(3), 303-315.
- Vicente-Oliva, S., Martínez-Sánchez, A. & Berges-Muro, L. (2015). Buenas prácticas en la gestión de proyectos de I+D+i, capacidad de absorción de conocimiento y éxito. *DYNA*, 82(191), 109-117.
- Wang, C. & Han, Y. (2011). Linking properties of knowledge with innovation performance: the moderate role of absorptive capacity. *Journal of Knowledge Management*, 15(5), 802-819.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.
- Zahra, S. & George, G. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, And Extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185-203.
- Zerwas, D. (2014). *Organizational Culture and Absorptive Capacity*. Koblenz, Germany: Springer Gabler.
- Zollo, M. & Winter, S. (2002). Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Organization Science*, 13(3), 339-351.

CAPÍTULO 2

PANORAMA TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN EN EL SECTOR INDUSTRIAL COLOMBIANO

Enrique E. Niebles Núñez⁶

Jorge Cervera Cárdenas⁷

Aura Cristina Reyes Romero⁸

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la ciencia y la tecnología es determinante en el crecimiento y desarrollo de un país y por tanto de sus regiones, así como para fijar el fortalecimiento de sus capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de bienes, productos y servicios industriales. Sin embargo, esto no se da de manera aislada, sino que va ligado a un proceso de absorción de conocimientos que puedan ser traducibles en innovaciones.

Colciencias (2016) define la innovación desde la introducción al uso de un producto, bien o servicio; o de procesos nuevos o significativamente mejorados; o nuevos métodos de comercialización o de organización, que generan conocimiento y aprovechamiento de nuevas tecnologías, oportunidades de innovación, desarrollo y protección. Así mismo, define el desarrollo tecnológico como la aplicación de los resultados de la investigación y de conocimiento científico para el diseño, fabricación y mejora tecnológica de nuevos materiales, productos, procesos o sistemas de producción o prestación de servicios. Dadas sus implicaciones de carácter científico, tecnológico e innovación, estos dos conceptos se tornan relevantes al incorporarlos y apropiarlos significativamente en el desarrollo de la industria y en los planes de desarrollo nacionales y gubernamentales, considerando que su implementación en entornos industriales y concurrentes favorecen la transferencia de ciencia y tecnología, los niveles de competitividad y sostenibilidad mediante el incremento de la productividad, la calidad y valor agregado de bienes y productos y claro está en la promoción de las exportaciones, fortalecimiento institucional y mayor participación en el PIB

⁶ Doctor y magíster en Ingeniería Mecánica; ingeniero industrial; licenciado en Ciencias de la Educación con énfasis en Matemáticas y Física; técnico profesional en Soldadura. Docente investigador, Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma del Caribe. Correo electrónico: eniebles@uac.edu.co

⁷ Ingeniero industrial, magíster en Administración de Empresas e Innovación. Docente asociado, Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico: jorge.cervera@uac.edu.co

⁸ Administradora de empresas, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla Colombia. Joven investigadora e innovadora Colciencias, Convocatoria 702 de 2014. Correo electrónico: aurareyasromero@hotmail.com

y crecimiento económico y social de País (Conpes, Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016; Naciones Unidas-Cepal, 2017; Niebles Nuñez, 2011).

En este orden de ideas, el capítulo busca caracterizar estos fenómenos en la industria colombiana de tal manera que se establezcan las rutas en las que el conocimiento se transmite y la forma como este es absorbido, para dar fruto a diferentes tipos de innovaciones.

2.1. PANORAMA MUNDIAL

El punto de partida de un enfoque posestructuralista es que cada forma de la dinámica global tiende hacia el crecimiento económico impulsado por la innovación. Muchos países, independientemente de su grado de desarrollo, han adoptado políticas claves que promueven la inversión en capital humano, infraestructura y relaciones estratégicas con el fin de fomentar una cultura de innovación. Sin embargo, como no todos los países tienen el mismo grado de desarrollo económico y social, los resultados de cada uno dependerán en gran parte de estas diferencias.

Un estudio (Cornell University, Insead, & Wipo, 2015), realizado por diferentes entidades en conjunto, dio como resultado el índice global de innovación (GII, Global Innovation Index por sus siglas en inglés). En el año 2015, dicho estudio inspeccionó lo relacionado con las “políticas eficaces de innovación para el desarrollo”, permitiendo el análisis de las capacidades y resultados de innovación cuantificables de 141 economías de todo el mundo para posteriormente clasificarlas según su nivel de innovación. Los países que encabezan esta clasificación son Suiza, Reino Unido y Suecia, y así se han mantenido en los primeros lugares durante años.

Estos países, y en particular aquellos que ocupan los 25 primeros lugares en el ranking, coinciden en tener fortalezas en las tecnologías de la información y la comunicación, capital humano con alto conocimiento, vínculos de innovación y capacidad de absorber conocimientos; de la misma manera producen resultados innovadores medibles en bienes y servicios, o mantienen la calidad de su producción científica. Ahora bien, la brecha tecnológica entre los países en desarrollo y los desarrollados ha ido disminuyendo a medida que los primeros han entendido que no solo necesitan adoptar tecnología de estos últimos para lograr un crecimiento, sino que necesitan invertir en innovación para mantenerse al día. Así mismo, se centran en la eliminación de los obstáculos estructurales⁹ de la innovación, razón por la cual muchos países de economías de ingreso medios, como son: China, Vietnam, India, Senegal, Uganda, entre otros, se han convertido en “cumplidores de innovación” (término acuñado por GII), al mostrar niveles superiores de innovación frente a otros con el mismo grado de desarrollo económico.

En América Latina y el Caribe, Chile como el líder regional está ocupando el puesto 42 en el ranking, seguido de Costa Rica y México, que tienen las posiciones 51 y 57, respectivamente. Co-

⁹ Los obstáculos estructurales de la innovación son definidos por los autores del GII como la falta de acceso a la financiación y escasos vínculos dentro del sistema de innovación.

lombia se sitúa en el puesto 67 de la lista total. Según lo expresado por los autores del GII, el crecimiento en la región ha sido lento. Sin embargo, países como Argentina, Brasil y México se destacan como las economías de mayor puntuación por encima de la media; además, Chile, Costa Rica y Colombia han logrado un desempeño favorable constante que supera a sus pares en desarrollo.

En general, el empleo en la industria manufacturera en relación con el empleo total y la cantidad de puestos dentro de dicha industria está disminuyendo en los países de alto ingreso. En promedio, independientemente de sus ingresos, los países tienen en la actualidad menos participación que antes en la industria manufacturera; no obstante, alcanzan niveles máximos de empleo (Rodrik, 2015) y de valor agregado en contextos de menores ingresos que en las décadas anteriores (Ghani & O'Connell, 2014).

2.2. SITUACIÓN EN AMÉRICA LATINA

Como el panorama de innovación en América Latina (AL) es sustancialmente diferente al de sus pares desarrollados, las necesidades regionales han llevado a replantear las políticas de innovación mundiales, de manera que tengan el ajuste correspondiente del caso. Por ello, el Manual de Bogotá¹⁰ (Jaramillo & Lugonés, 2001) se crea para gestionar las necesidades y problemáticas específicas de las empresas en AL en materia de innovación. Y aunque en los últimos años la producción se ha tornado más abierta¹¹, sigue existiendo una gran brecha diferenciadora entre los países en desarrollo y los desarrollados, que se caracteriza por:

- La baja vinculación de las empresas con el entorno. Se presenta mayor preocupación por adaptar tecnologías externas indistintamente de las necesidades que las rodean.
- La poca participación en actividades de I+D, mientras que van adquiriendo mayor peso actividades como las de cambio organizacional, reorganización administrativa y comercialización de nuevos productos. Esto se debe a que el esfuerzo por inversión en I+D lo realiza el Estado y no el sector privado y las empresas, como ocurre en los países más desarrollados (Ocde/CAF/Cepal, 2014).
- El desarrollo de la investigación básica tiene un dinamismo menor que el de la investigación aplicada. Se tiende al abastecimiento tecnológico internacional a fin de lograr mejoras competitivas inmediatas.
- La definición e implementación de estrategias de carácter defensivo.
- Aspectos idiosincrásicos: apatía por parte de las organizaciones hacia el empresariado innovador y desinterés en establecer una relación con el medio científico-tecnológico por temor a lo desconocido.

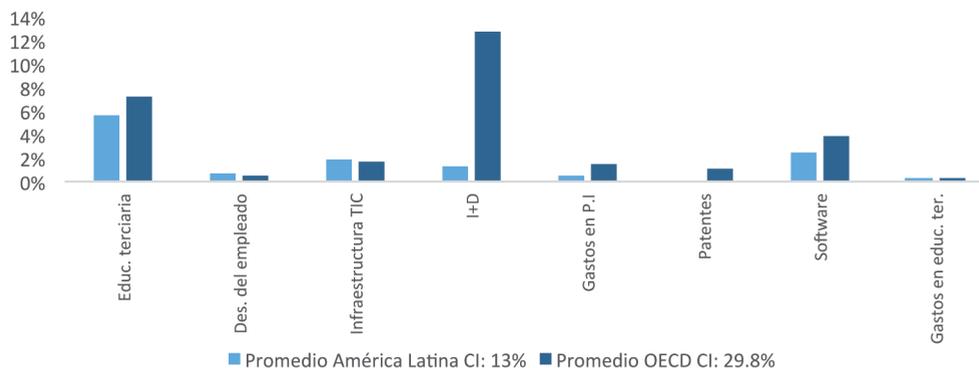
¹⁰ Manual de Bogotá (MB) nace como una adaptación del Manual de Oslo para América Latina.

¹¹ Término definido por el Manual de Bogotá como aumento de las exportaciones e importaciones.

De la misma manera Alborno (2009) plantea que el contexto de la innovación en América Latina se ve continuamente sesgado hacia la novedad meramente tecnológica y hacia los centros locales de I+D, lo que pone de relieve que las políticas de innovación se asocian mayormente a políticas de investigación. Además, resalta que en estos países la imitación y la novedad se consideran indistintamente innovación. Así mismo se concentran los esfuerzos en adoptar tecnología de los países desarrollados, pero como no tienen en cuenta las condiciones especiales de cada economía y territorio, esto sigue constituyendo una de las principales limitaciones en innovación en América Latina.

Por consiguiente, el documento “Perspectivas económicas de América Latina 2015 (Ocde/CAF/Cepal, 2014) plantea: “Si bien los países latinoamericanos han avanzado en materia de I+D, sus niveles continúan aún muy por debajo de los de los países de la OCDE” (pág. 145); esto significa que las competencias para la innovación en estos países de AL no necesariamente se desarrollan en un departamento formal de I+D o en forma de patentes, como sí es el caso de países de la OCDE. En AL el porcentaje de patentes es relativamente bajo, a diferencia de los países de la OCDE; así, en el año 2013 estos países registraron 132 patentes anuales por millón de habitante, mientras que el promedio en los países latinoamericanos se aproximaba a los 0,9 patentes. El documento resalta que se recurre a otros medidores como los gastos en educación terciaria. También la presencia de ingenieros en una planta fabril puede ser un buen indicador, así como la de personal calificado, pues esto se relaciona positivamente con cooperación entre empresas, lo que favorece procesos de aprendizaje. Esto se ve reflejado en la composición del stock del capital de innovación: mientras en los países de la OCDE proviene principalmente de los esfuerzos en actividades de I+D, educación terciaria y TIC, en los países latinoamericanos procede primordialmente de la educación terciaria y TIC (gráfico 2.1).

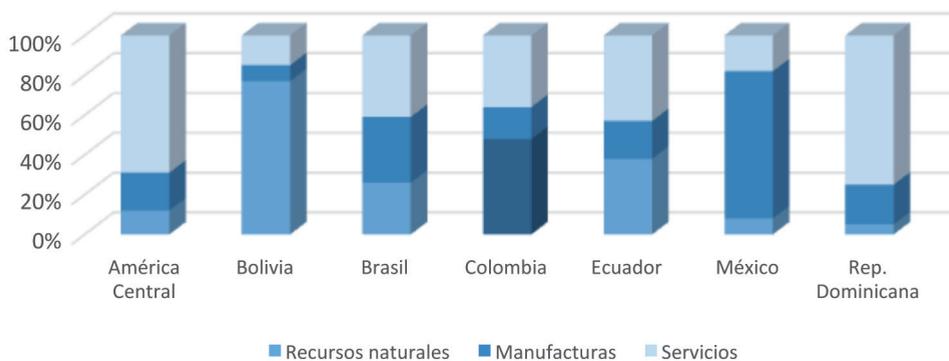
Gráfico 2.1. Distribución de elemento de capital innovador, diferenciado entre América Latina y países de la OCDE



Fuente: Ocde/CAF/Cepal (2015, pág. 153).

Por otra parte, en el informe la inversión extranjera también se reconoce como un vehículo clave para la transferencia e innovación en AL, que incentiva la incorporación y/o adopción de nuevas tecnologías y de potenciales derrames tecnológicos, además de vínculos con el mercado internacional. Sin embargo, los autores plantean que para que esta relación de inversión vs. absorción tecnológica sea positiva, deben existir dos condiciones: “que la inversión vaya a sectores o actividades que utilizan más intensamente la tecnología, y que exista en el país receptor un ambiente propicio a la creación de derrames y conexiones con el resto de la economía” (pág. 154). En el gráfico 2.2, se observa el destino de la inversión extranjera en algunos países de AL, donde las mejores posiciones de inversión en manufactura las ocupan México y Brasil.

Gráfico 2.2. Destino de inversión extranjera directa: países seleccionados



Fuente: Elaborado a partir de OCDE/CAF/Cepal (2015, pág. 155) sobre la base de datos oficiales de los países con datos extraídos en mayo 2014 y Cepal (2013), “La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe”, Cepal, Naciones Unidas. 12
<http://dx.doi.org/10.1787/888933162876>

2.3. SITUACIÓN EN COLOMBIA

2.3.1. Contexto general de la industria manufacturera en Colombia

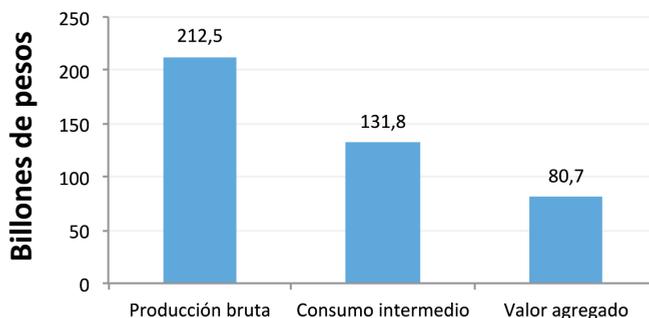
Desde la década de los noventa la economía colombiana comenzó a experimentar un proceso de apertura con el fin de lograr mayores niveles de competitividad, y también una mejor adaptación a los patrones tecnológicos de los países desarrollados, para así poder acceder al mercado internacional; esta tendencia ha provocado cambios en la estructura industrial colombiana que cada día se ajusta más a las necesidades y fenómenos globales (Garay, 1998).

Después de venir de una década de revaluación de su moneda, la economía colombiana se ha visto altamente influenciada por la devaluación en los últimos tres años, fenómeno que ha repercutido de manera directa en el estado actual de la industria. Según lo expresado por los em-

presarios en el informe industrial a diciembre de 2015, las empresas que enfrentaron el problema de los altos costos de materia prima y maquinaria, que en gran mayoría es importada, necesitaron más dinero para adquirir las mismas cantidades. Además, deben trabajar bajo la incertidumbre de fluctuación de los precios de la moneda, situación que necesariamente aumenta los riesgos a los que se enfrentan en materia económica. Todo esto, sin embargo, no frenó el desarrollo manufacturero que a diciembre de 2015 logró un crecimiento en materia de producción del 3,9 % al igual que las ventas reales, que proporcionó un crecimiento de 1,5 % en el empleo, con la espera que esta tendencia creciente siga mientras se consolida la demanda interna (Mincit, Informe industrial diciembre 2015).

Por otra parte, podemos encontrar en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), datos estratégicos sobre el estado de la industria colombiana en cada periodo estudiado. Su versión más reciente presenta las cifras obtenidas en el año 2014, así como una comparación evolutiva entre el 2013 y 2014, basándose en los grupos industriales asentados por la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), revisión 4, adaptada para Colombia (CIIU Rev. 4 A.C.). En la EAM, que fue aplicada a 8.923 establecimientos clasificados en 56 grupos, se encontró que la industria colombiana registró una producción bruta de \$212,5 billones, de los cuales el valor agregado fue de \$80,7 billones para el año 2014 (gráfico 2.3).

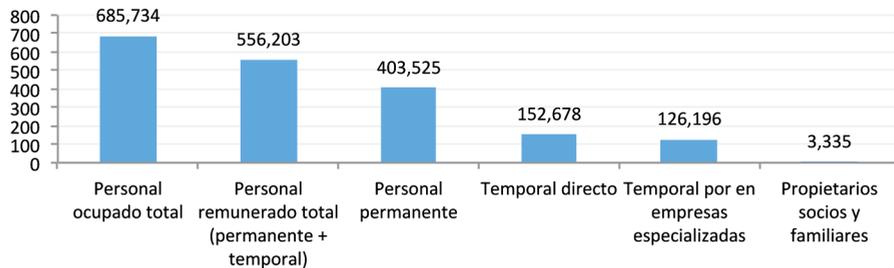
Gráfico 2.3. Producción bruta industrial 2014



Fuente: Boletín Técnico Encuesta Anual Manufacturera (2014).

En materia de contratación, la industria colombiana mostró gran solidez, pues de las 685.734 personas ocupadas por el sector, el 81,1 % correspondía a personal permanente y temporal remunerado directamente por los establecimientos, de los cuales el 72,5 % tenía vinculación laboral mediante contrato a término indefinido y 27,5 %, por contrato a término fijo (gráfico 2.4).

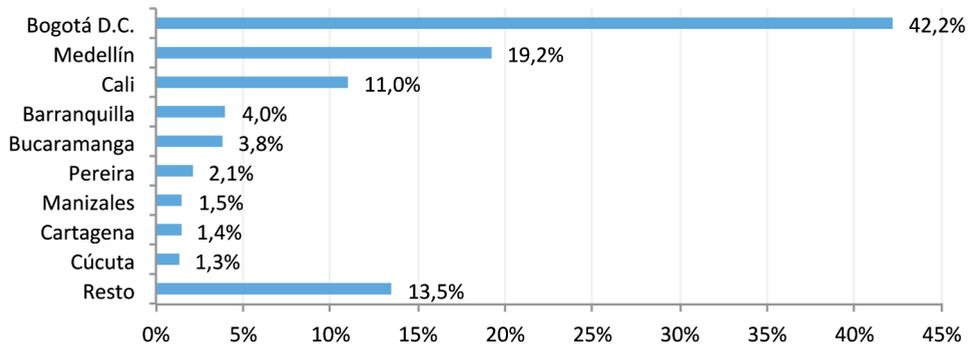
Gráfico 2.4. Personal contratado por la industria colombiana



Fuente: Boletín Técnico Encuesta Anual Manufacturera (2014).

Al analizar el tema de los establecimientos industriales, sobresale que estos no se encuentran repartidos de manera uniforme en todo el territorio nacional. Se determina que los establecimientos se agrupan en solo unas pocas ciudades donde el desarrollo manufacturero ha sido más elevado, como por ejemplo: Bogotá D.C., Medellín y Cali, que ocuparon el 72,4 % de las firmas, mientras que el 14,1 % se concentró en Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, Manizales, Cartagena y Cúcuta (gráfico 2.5).

Gráfico 2.5. Establecimientos industriales por zonas metropolitanas



Fuente: Boletín Técnico Encuesta Anual Manufacturera (2014).

Entre las agrupaciones industriales se identifican: confección de prendas de vestir (excepto prendas de piel), elaboración de otros productos alimenticios y productos de plástico, y otras 18 divisiones, que en total ocupan el 74,1 % de los establecimientos, mostrando una clara tendencia de cuáles son los sectores que más se trabajan en el país (tabla 2.1).

Tabla 2.1. Grupos industriales que concentran el mayor número de establecimientos según CIU Rev. 4 A.C. 2014

Grupo Industrial CIU Rev.4 A.C.	Descripción	Número de establecimientos	Participación %
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel	958	10,5 %
108	Elaboración de otros productos alimenticios	762	8,3 %
222	Productos de plástico	662	7,2 %
181	Actividades de impresión y actividades de servicios relacionados con la impresión	478	5,2 %
202	Otros productos químicos.	440	4,8 %
259	Otros productos elaborados de metal y servicios relacionados con metales	440	4,8 %
311	Muebles	426	4,7 %
239	Productos minerales no metálicos	413	4,5 %
282	Maquinaria y equipo de uso especial	278	3,0 %
251	Productos metálicos de uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor	274	3,0 %
281	Maquinaria y equipo de uso general	251	2,7 %
152	Calzado	236	2,6 %
210	Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y botánicas	216	2,4 %
101	Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos	207	2,3 %
139	Otros productos textiles.	199	2,2 %
329	Otras industrias manufactureras n. c. p.	193	2,1 %
104	Elaboración de productos lácteos	182	2,0 %
201	Sustancias químicas básicas, abonos y plásticos y caucho sintético	168	1,8 %
TOTAL	18 establecimientos	6783	74,1 %

Fuente: Boletín Técnico Encuesta Anual Manufacturera (2014).

Por otra parte, la producción bruta del sector industrial para el año 2014, al igual que los establecimientos, se concentró mayormente en algunas ciudades del país, sobre todo Bogotá D.C. (27,9 %), Medellín (14,9 %) y Cali (10,8 %), que agrupan el 53,6 % del total. De la misma manera, agrupaciones industriales como productos de refinación de petróleo, otros productos químicos, elaboración de bebidas, entre otras 18 divisiones, ocuparon el 80 % de los establecimientos, porcentaje que muestra una clara tendencia sobre cuáles son los sectores que más aportan al PIB industrial del país (tabla 2.2).

Tabla 2.2. Grupos industriales que concentran la mayor parte de la producción bruta, 2014

CIU rev. 4 A.C.	Descripción	Producción bruta	Participación %
192	Productos de refinación de petróleo.	\$ 44.940.845	21,1 %
202	Otros productos químicos.	\$ 13.590.599	6,4 %
110	Elaboración de bebidas.	\$ 12.616.072	5,9 %
108	Elaboración de otros productos alimenticios.	\$ 10.066.690	4,7 %
239	Productos minerales metálicos n. c. p.	\$ 9.996.299	4,7 %
101	Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos.	\$ 8.483.982	4,0 %
222	Productos de plástico.	\$ 8.337.343	3,9 %
201	Sustancias químicas básicas, abonos y plásticos y caucho sintético.	\$ 7.318.366	3,4 %
104	Elaboración de productos lácteos.	\$ 7.043.113	3,3 %
170	Papel, cartón y productos de papel y cartón.	\$ 6.915.945	3,3 %
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel.	\$ 6.373.326	3,0 %
241	Industrias básicas de hierro y de acero.	\$ 6.027.418	2,8 %
109	Elaboración de alimentos preparados para animales.	\$ 5.314.368	2,5 %
105	Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados.	\$ 5.323.009	2,5 %
210	Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y botánicas.	\$ 5.046.047	2,4 %
242	Industrias básicas de metales preciosos y metales no ferrosos.	\$ 4.399.219	2,1 %
106	Elaboración de productos de café.	\$ 4.333.666	2,0 %
291	Vehículos automotores y sus motores.	\$ 4.297.761	2,0 %
TOTAL:	18 establecimientos.	\$170.424.068	80,0 %

Fuente: Boletín Técnico Encuesta Anual Manufacturera (2014).

Ahora bien, es válido destacar los sectores industriales que aportaron en mayor grado al valor agregado generado por la industria colombiana en 2014, como son: productos de la refinación del petróleo; elaboración de bebidas; otros productos químicos, productos minerales no metálicos, elaboración de otros productos alimenticios, productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y botánicas y productos de plástico, y que concentraron el 53,7 % del total (tabla 2.3):

Tabla 2.3 Valor agregado industrial por sectores industriales

Sector industrial	Aporte porcentual
Productos de la refinación de petróleo.	14,30 %
Elaboración de bebidas.	10,90 %
Otros productos químicos.	7,60 %
Productos minerales no metálicos n. c. p.	7,10 %
Elaboración de otros productos alimenticios.	5,90 %
Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y botánicos.	4,00 %
Productos de plástico.	3,90 %
Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel.	3,60 %
Elaboración de productos lácteos.	3,60 %
Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos.	3,50 %
Industrias básicas de hierro y acero.	3,20 %
Papel, cartón y productos de papel y cartón.	3,10 %
Sustancias químicas básicas, abonos y plásticos y caucho sintético.	2,40 %
Elaboración de azúcar y panela.	2,10 %
Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados.	1,80 %
Otros productos elaborados de metal y servicios relacionados con metales.	1,50 %
Otras industrias manufactureras n. p. c.	1,40 %
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal.	1,40 %

Fuente: Boletín Técnico Encuesta Anual Manufacturera (2014).

2.3.2 Índice departamental de innovación

En Colombia, se han desarrollado medidas que buscan conocer tanto los procesos de innovación al interior del país como su distribución a lo largo del territorio nacional, identificando las diferentes agrupaciones territoriales denominadas departamentos, y la manera como están funcionando en materia de innovación.

Una de las mediciones más destacada es el índice departamental de innovación o IDIC (Departamento Nacional de Planeación, 2015), que utiliza la metodología del índice global de innovación (GII), apropiándola a las realidades colombianas. El IDIC es direccionado en los “elementos de la innovación que van más allá de evaluar el desempeño del sector científico y tecnológico de los países, lo que permite una evaluación más amplia de las condiciones sistémicas que determinan las capacidades de innovación de los territorios” (Departamento Nacional de Planeación,

2015, pág. 11). Así, el IDIC busca conjugar las características propias de la economía de los territorios, su capacidad productiva y sus capacidades en I+D. Mide cómo estas estructuras inciden en los resultados de cada departamento, para que se comprenda la manera en que se desarrolla y distribuyen los procesos de innovación en Colombia. Permite identificar hacia donde se deben dirigir los esfuerzos de las políticas públicas para incentivar el desempeño y propiciar condiciones favorables de desarrollo en cada departamento. El IDIC se construye a partir de los subíndices insumos y resultados, que, a su vez, miden los aspectos propicios y las condiciones que enfrenta un departamento para innovar. El IDIC establece un promedio simple del resultado de medición en las actividades innovadoras. En este también se evidencia la razón de eficiencia como traducción de los insumos con que se cuenta en resultados efectivos.

En el estudio se incluyeron 24 departamentos y la ciudad de Bogotá D.C., que en conjunto representan el 98,3 % del PIB nacional y el 97,5% de la población del país. En las primeras 5 posiciones del IDIC sobresalen el distrito capital de Bogotá –primera posición, Antioquia, Santander, Cundinamarca y Caldas. Y los departamentos más rezagados corresponden a Putumayo, en la última posición, Caquetá, La Guajira, Norte de Santander y Sucre. La medición sugiere una amplia ventaja en el desempeño de Bogotá y Antioquia frente al resto de departamentos (tabla 2.4).

Tabla 2.4. Clasificación general, por subíndices y razón de eficiencia, 2015

Departamento	IDIC 2015		Subíndice de Insumos		Subíndice de Resultados		Razón de Eficiencia	
	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje
Bogotá, D.C.	1	67,0	1	64,1	1	71,51	1	1,12
Antioquia	2	55,1	2	60,2	2	47,0	4	0,78
Santander	3	46,4	6	48,7	3	42,8	2	0,88
Cundinamarca	4	45,7	3	52,1	5	35,5	6	0,68
Caldas	5	42,6	4	52,0	7	27,7	11	0,53
Risaralda	6	42,1	7	45,7	4	36,5	3	0,80
Valle del Cauca	7	41,0	8	45,5	6	33,7	5	0,74
Atlántico	8	40,6	5	51,4	10	23,4	13	0,46
Quindío	9	35,3	9	43,9	11	21,8	12	0,50
Cauca	10	34,7	12	40,5	8	25,4	7	0,63
Bolívar	11	34,5	13	40,4	9	25,1	8	0,62
Boyacá	12	32,6	11	41,6	14	18,4	15	0,44
Casanare	13	32,2	14	39,2	12	21,1	10	0,54
Tolima	14	31,7	10	42,5	17	14,6	19	0,34
Meta	15	30,8	17	37,5	13	20,1	9	0,54

Departamento	IDIC 2015		Subíndice de Insumos		Subíndice de Resultados		Razón de Eficiencia	
	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje
BCesar	16	28,8	16	37,8	16	14,6	17	0,39
Nariño	17	28,2	18	37,5	19	13,6	18	0,36
Huila	18	28,2	15	38,5	21	11,7	21	0,30
Magdalena	19	27,9	21	35,4	15	16,1	14	0,46
Córdoba	20	27,4	19	37,1	20	12,1	20	0,33
Sucre	21	27,0	22	34,9	18	14,4	16	0,41
Norte de Santander	22	25,0	20	35,6	23	8,2	25	0,23
La Guajira	23	22,0	23	30,6	22	8,5	23	0,28
Caquetá	24	19,4	24	26,6	24	8,1	22	0,30
Putumayo	25	16,7	25	23,3	25	6,1	24	0,26

Fuente: DNP, OCyT e IDIC (2015). (Tomado del Departamento Nacional de Planeación, 2015, pág. 25).

Por otra parte, el DNP, realizó un análisis del clúster basándose en el puntaje general del IDIC como variable de agrupación, y obtuvo cinco (5) agrupaciones de departamentos según el desempeño logrado en el índice de innovación (Departamento Nacional de Planeación, 2015, pág. 35). Asimismo es importante destacar que la agrupación realizada está reflejando las asimetrías que en términos generales existen sobre capacidades, resultados de innovación y desempeño socioeconómico. Los departamentos clasificados como de alto y medio-alto desempeño en el IDIC, concentran una parte importante de la población (alrededor del 60 %), siendo los causantes, en buena medida, de la generación de riqueza nacional que explica dos tercios del PIB (tablas 2.5 y 2.6).

Tabla 2.5. Agrupaciones de los departamentos

Grupo I: Alto desempeño	Bogotá D.C. y Antioquia.
Grupo II: Medio-alto desempeño	Santander, Cundinamarca, Caldas, Risaralda, Valle del Cauca y Atlántico.
Grupo III: Medio desempeño	Quindío, Cauca, Bolívar, Boyacá, Casanare, Tolima y Meta.
Grupo IV: Medio- bajo desempeño	Cesar, Nariño, Huila, Magdalena, Córdoba, Sucre y Norte de Santander.
Grupo V: Bajo desempeño	La Guajira, Caquetá, Putumayo.

Fuente: DNP y OCyT. (Tomado del Departamento Nacional de Planeación, 2015, pág. 35)¹².

¹² Los siguientes departamentos están en proceso de consolidar información: Amazonas, Arauca, Chocó, Vichada, Vaupés, Guaviare, Guainía y San Andrés y Providencia.

Tabla 2.6. Agregados económicos y resultados del IDIC por agrupaciones

AGREGADOS ECONÓMICOS (2014)	Grupo según desempeño en el IDIC				
	(I) Alto	(II) Medio-alt	(III) Medio	(IV) Medio-bajo	(V) Bajo
Proporción de la población nacional (%)	29,7	28,6	16,7	18,9	3,7
Participación en el PIB nacional (%)	38,4	29	18,5	10,6	2,1
Participación en el PIB industrial nacional (%)	34,2	46,3	14,9	4,2	0,3
Participación en el PIB servicios nacional (%)	45,6	27,6	13,0	11,1	1,5
Participación en el PIB primario nacional (%)	7,9	16,3	48,3	16,9	6,6
Participación en el PIB de impuestos (%)	41,1	38,7	14,1	4,9	0,7
PIB per cápita (millones de pesos)	20,5	16,1	17,5	8,9	9,0
Productividad laboral (millones)	37	30,0	39,2	20,3	25,5
Productividad laboral sin minas y energía (millones)	35,6	28,2	25,8	17,4	13,7
Índice departamental de competitividad, IDC (0-10)	6,9	5,3	4,1	3,6	2,7
Incidencia de la pobreza monetaria (%)	17,2	23,5	37,2	47,3	46,0
Índice departamental de innovación (IDIC) 2015	61,0	43,1	33,1	27,5	19,4
Razón de eficiencia	0,95	0,68	0,51	0,35	0,28
Insumos	62,2	49,2	40,8	36,7	26,8

Fuente: DNP y OCyT, datos de CPC y DANE. (Tomado del Departamento Nacional de Planeación, 2015, pág. 36).

2.3.3. Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica

El DANE desarrolló la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT), que es aplicada a empresas del sector manufacturero colombiano con el propósito de “indagar sobre los productos, las actividades, los recursos y los instrumentos de apoyo asociados con el desarrollo tecnológico y la innovación en las empresas del sector” (DANE, 2015, pág. 3). En su séptima edición, revela el estado de la industria colombiana en cuanto a tecnología e innovación en los años 2013-2014, siendo la más reciente publicada hasta la fecha.

El DANE (2015) clasifica las empresas según su nivel de innovación en:

- No innovadoras: son aquellas empresas que en el periodo de referencia de la encuesta no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso, o haber abandonado algún proyecto para la obtención de innovaciones.

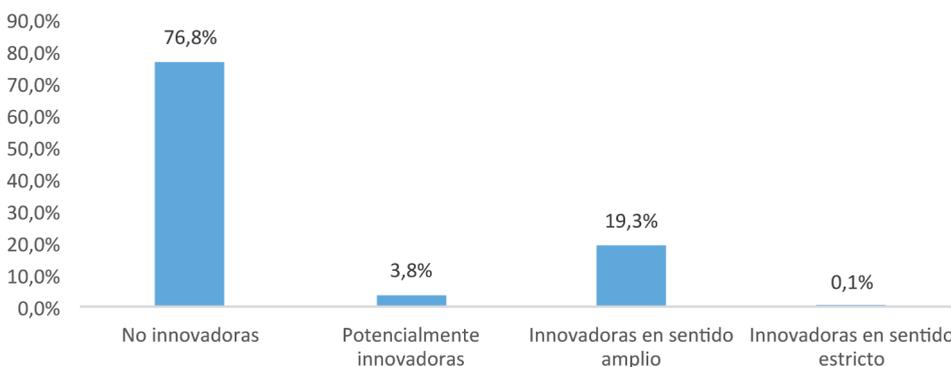
- Potencialmente innovadoras: son aquellas empresas que reportaron tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación.

- Innovadoras en sentido amplio: empresas que obtuvieron al menos un servicio o bien nuevo, o significativamente mejorado, en el mercado nacional o para la empresa, o que implementaron un nuevo o significativamente mejorado método de prestación de servicios, o una forma organizacional, o de comercialización nueva.

- Innovadoras en sentido estricto: empresas que obtuvieron al menos un servicio o bien nuevo, o significativamente mejorado, en el mercado internacional. (págs. 65-66)

En esta encuesta, constituida por 8.835 empresas del directorio de la EAM, se registró que la mayoría de las organizaciones son no innovadoras (76.8 %) y que solo 9 de todas las indagadas tuvieron un comportamiento innovador en sentido estricto (0.1%) (gráfico 2.6).

Gráfico 2.6. Clasificación de empresas industriales según su nivel de innovación

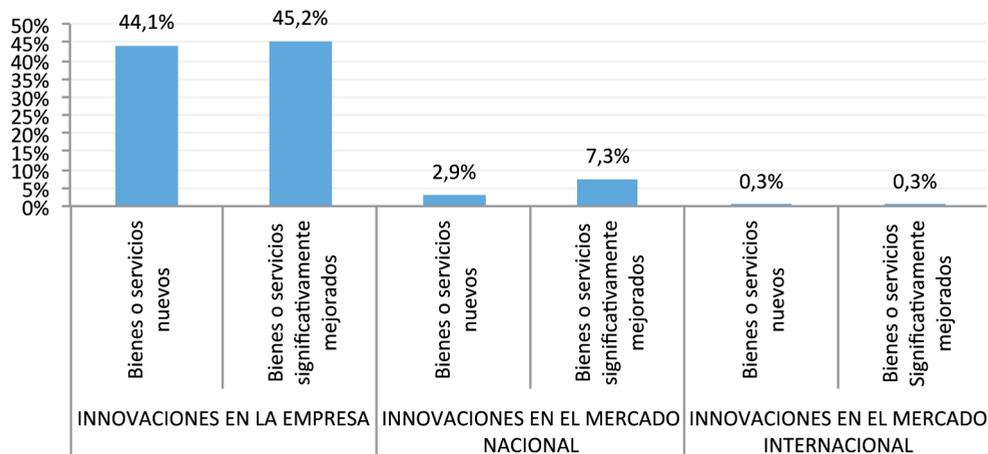


Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

- Panorama general de innovación en la industria colombiana

La investigación realizada por la encuesta EDIT 2013-2014 clasifica la innovación de acuerdo a su alcance en aquellos bienes o servicios completamente nuevos situados en el mercado internacional; o que si bien ya existían en el mercado internacional, pero no en el país, son considerados como innovaciones en el mercado nacional; y aquellos que existiendo en los dos mercados anteriores, son nuevos para la empresa. Además de los bienes o servicios nuevos y/o significativamente mejorados, clasifica también innovación de métodos y técnicas empresariales. Los resultados muestran que la mayoría de las empresas colombianas realizaron innovaciones al interior de la empresa, y menos del 1% consiguió tener un alcance internacional (gráfico 2.7).

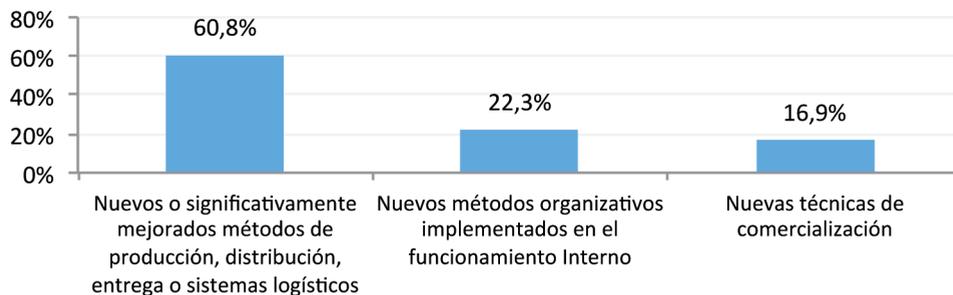
Gráfico 2.7. Alcance de las innovaciones en bienes o servicios



Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

De la misma manera, las innovaciones no solo son medidas en los bienes o productos, sino a través de nuevos métodos y técnicas utilizadas en sus procesos de manufactura. De estos, alrededor del 60 % fueron nuevos métodos de producción y/o distribución (gráfico 2.8).

Gráfico 2.8. Innovaciones en métodos y técnicas

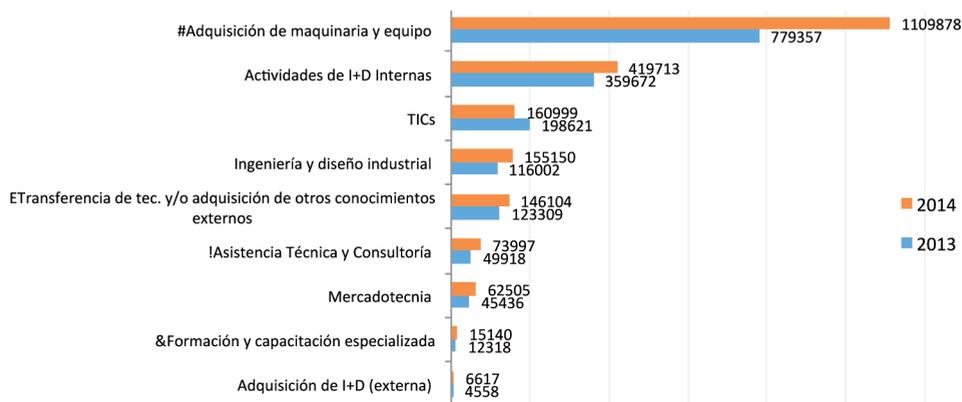


Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

Ahora bien, en cuanto a la inversión que las empresas realizan en actividades científicas, tecnológicas y de innovación (ACTI), la encuesta deja al descubierto que para ambos periodos (2013 y 2014) la mayor inversión se hizo en la adquisición de maquinaria y equipo y en las actividades internas de I+D, mientras que la inversión en adquisición de I+D externa y en formación y capacitación especializada,

es comparativamente, mucho menor (gráfico 2.9); cabe resaltar que la inversión en ACTI se distribuye de manera diferente según la tipología de empresa, siendo las innovadoras en sentido amplio las que tienen el mayor monto de inversión en este tipo de actividades (DANE, 2015)¹³.

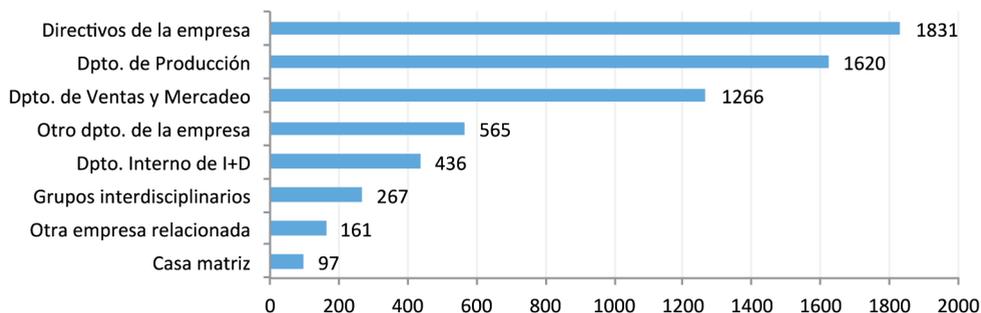
Gráfico 2.9. Inversión en ACTI



Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

Durante el periodo estudiado por la encuesta EDIT (2013-2014), las empresas innovadoras, potenciales y con intención de hacerlo reconocieron que la fuente interna más utilizada en la creación de ideas para innovar fueron sus propios directivos, según el reporte de 1.831 organizaciones. Le siguieron, en orden de importancia, el Departamento de Producción y el Departamento de Ventas y Mercadeo (ver gráfico 2.10). Asimismo, los clientes constituyeron la fuente externa más utilizada, y después fue el internet y a continuación: los proveedores (ver gráfico 2.11).

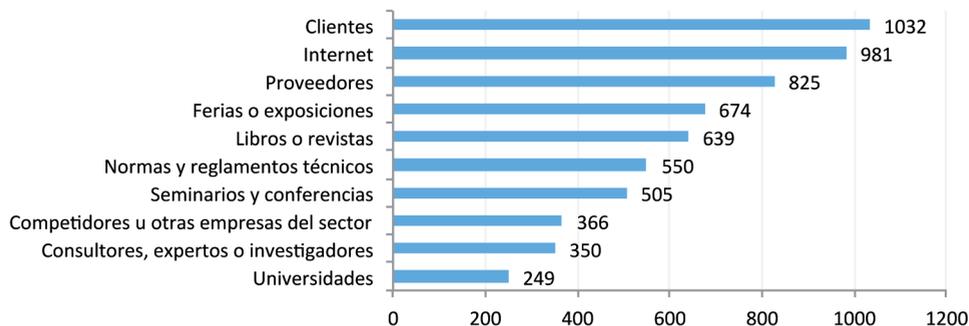
Gráfico 2.10. Fuentes internas



Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

13 La encuesta EDIT analiza la suma total de inversión por cada sección de empresas, por lo cual, los rangos donde hay mayor cantidad de empresas, probablemente tengan un monto total más alto que las otras.

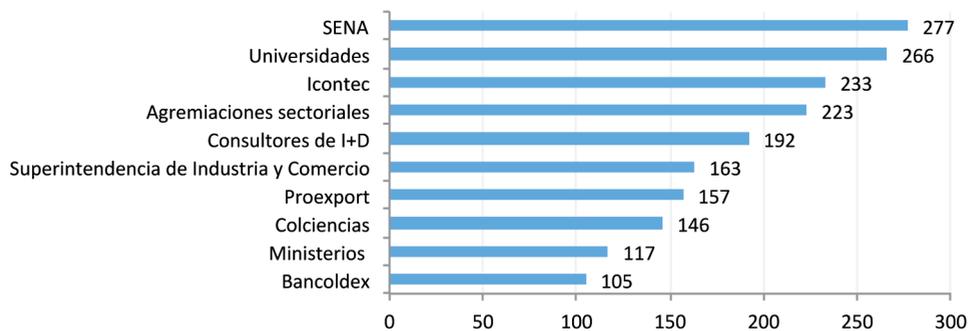
Gráfico 2.11. Fuentes externas



Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

En el periodo 2013-2014, los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SCNTI) brindaron su respaldo para la realización de ACTI a las empresas innovadoras, potenciales y con intención de innovar, y resultó que la mayoría de empresas utilizaron el SENA para el apoyo de sus actividades, seguido por las universidades y el Icontec (gráfico 2.12). Se resalta, que una empresa pudo escoger más de una opción en la encuesta, por lo que estas relaciones no son excluyentes entre sí.

Gráfico 2.12. Relaciones de apoyo con los actores del SCNTI

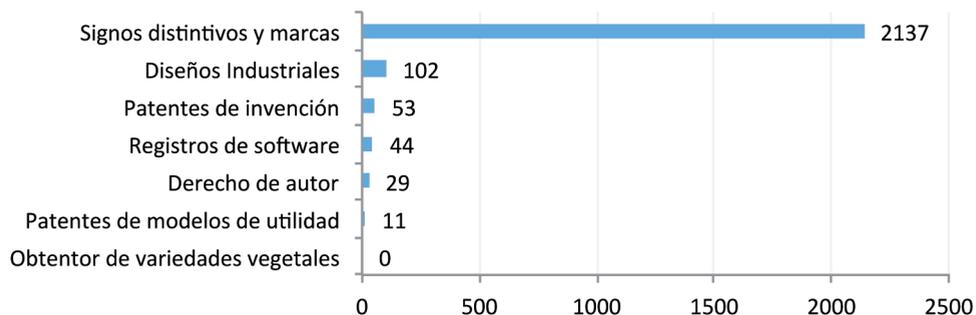


Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

Es clave, además, para las empresas que logran resultados innovadores, certificarlos a fin de validarlos como nuevos y protegerlos de la explotación por parte de terceros, por lo cual existen varios mecanismos que certifican la propiedad intelectual; para el caso específico de Colombia, las empresas industriales realizaron durante el periodo estudiado un total 2.376 registros formales de propiedad intelectual, de los cuales el 89.9 % correspondió a signos distintivos y marcas (gráfico 2.13).

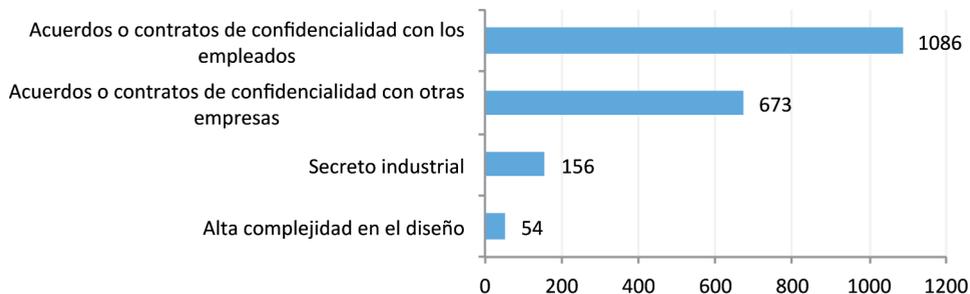
Sin embargo, muchas empresas recurrieron también a métodos de protección no registrables, como los acuerdos o contratos de confidencialidad, o el secreto industrial, entre otros (gráfico 2.14).

Gráfico 2.13. Métodos registrables de protección



Fuente: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

Gráfico 2.14. Métodos no registrables de protección

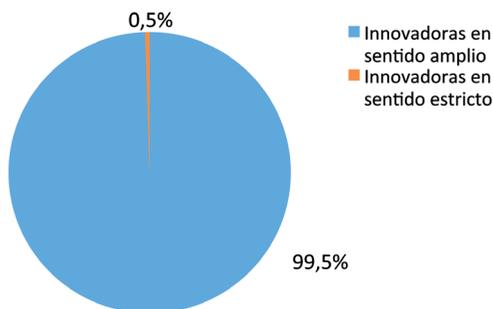


Fuentes: Boletín Técnico de la encuesta EDIT 2013-2014 (DANE, 2015).

- Caracterización de las industrias innovadoras en Colombia

Para efectos del presente estudio, se tomaron en cuenta para el total de la población las 1.750 empresas que el DANE clasificó como innovadoras (en sentido amplio y estricto), por lo que fueron excluidas aquellas que tuvieron el potencial o la intención para hacerlo y aquellas que no innovaron (gráfico 2.15).

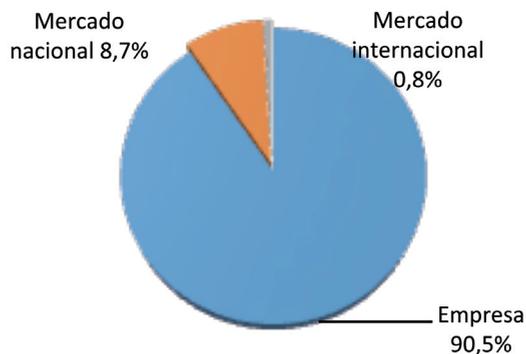
Gráfico 2.15. Distribución de empresas innovadoras en sentido amplio y estricto



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

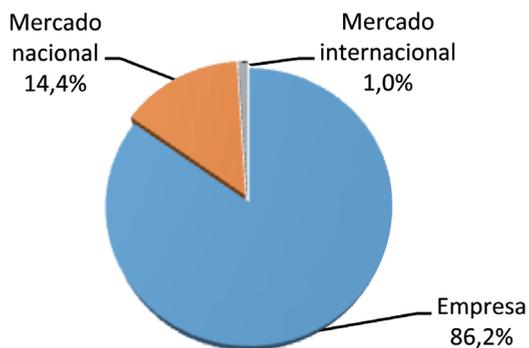
A continuación, se realizará la caracterización detallada de las clasificadas, con el fin de conocer su estado específico en los aspectos estudiados por la EDIT y consolidar las bases del análisis de estas con respecto a la capacidad de absorción tecnológica. Para ello, primero se consideraron las innovaciones logradas por las dichas organizaciones, las cuales fueron en su mayoría de alcance empresarial, tanto en productos y servicios nuevos como los significativamente mejorados, seguido por innovaciones de alcance nacional, ya que solo un pequeño porcentaje logró un alcance internacional; este mismo patrón tuvo lugar en las innovaciones de métodos y técnicas (gráficos 2.16, 2.17 y 2.18).

Gráfico 2.16. Bien o servicio nuevo



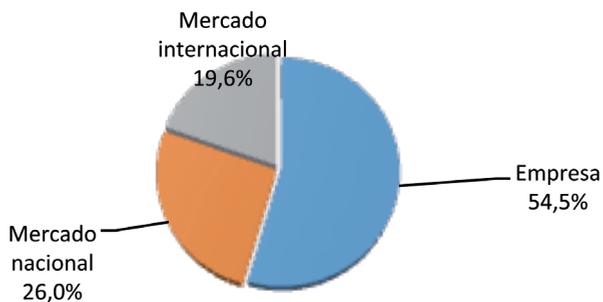
Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014

Gráfico 2.17. Bien o servicio significativamente mejorado



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

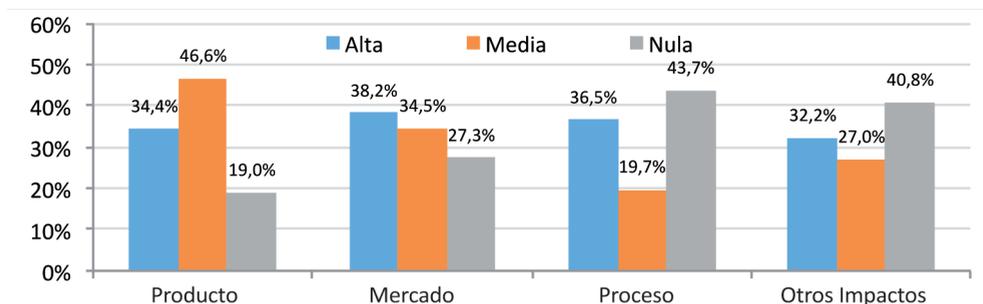
Gráfico 2.18. Otros tipos de innovaciones



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

Lo anterior muestra que las innovaciones llevadas a cabo en Colombia son mayormente de alcance empresarial, de tal manera que las firmas crean bienes o métodos nuevos solo para ellos, lo que deja en evidencia un claro rezago de productos nuevos de competencia internacional. Sin embargo, la encuesta toma en consideración la importancia dada a las innovaciones en productos y métodos, donde todo lo relacionado con el mercado fue señalado por las empresas que respondieron como de alta importancia, superando a los aspectos de productos, que fueron considerados de importancia media (gráfico 2.19).

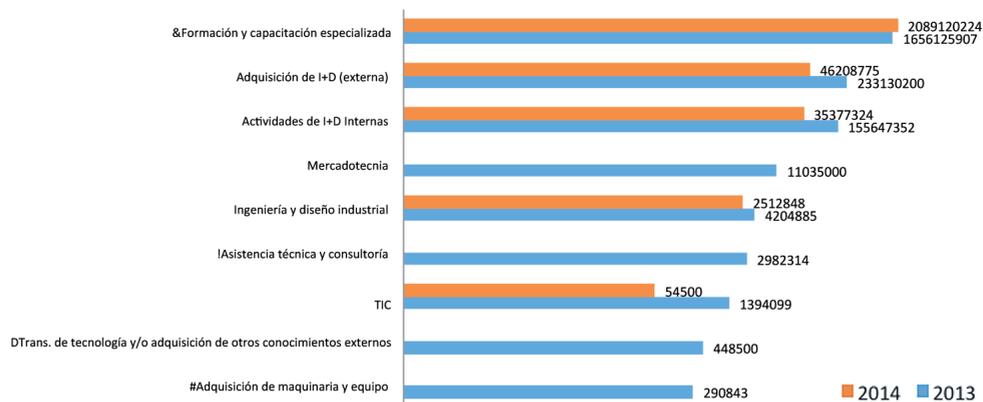
Gráfico 2.19. Importancia de los impactos de la innovación



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

Así mismo, es clave analizar la inversión que realizan las empresas en actividades que fomenten el desarrollo tecnológico e investigación, pues de esto se derivan procesos de innovación sólidos. Entre las empresas en las que se centra este estudio, la mayor inversión se dirigió a la formación y capacitación especializada y a actividades internas y externas de I+D, tal como lo muestra el gráfico para los dos años estudiados: 2013 y 2014 (gráfico 2.20).

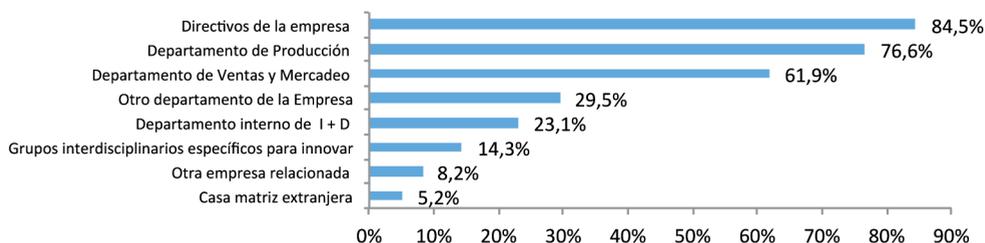
Gráfico 2.20. Monto invertido en ACTI



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

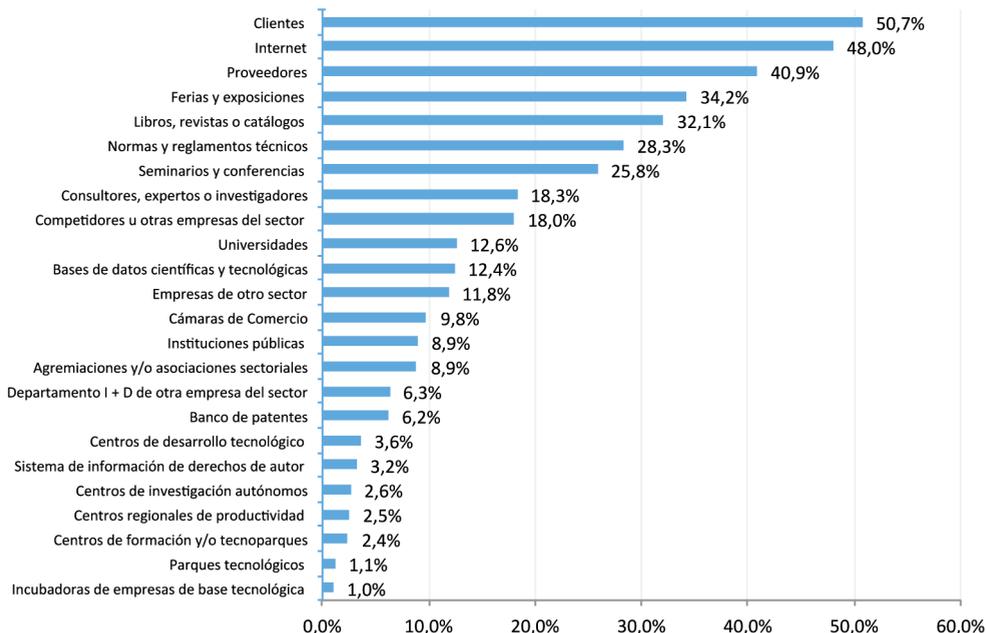
En el grupo de empresas estudiadas se evidenció que las fuentes internas más utilizadas como origen de ideas para desarrollar innovaciones en productos o procesos fueron los directivos de la empresa, seguido del Departamento de Producción y el Departamento de Mercadeo y Ventas (gráfico 2.21). Durante el mismo periodo analizado las fuentes externas más utilizadas fueron los clientes, el internet y los proveedores (gráfico 2.22).

Gráfico 2.21. Fuentes internas



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

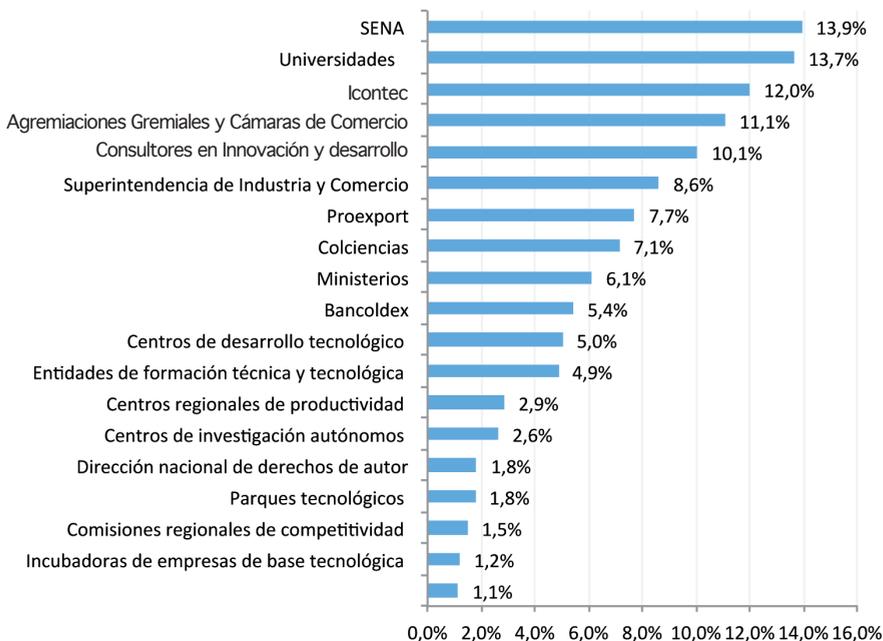
Gráfico 2.22. Fuentes externas



Fuente: Elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

En cuanto a las relaciones con las instituciones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), se dio la cooperación espera de este tipo de empresas dentro de las cuales sobresalieron mayormente el SENA, las universidades e Icontec mayormente (gráfico 2.23).

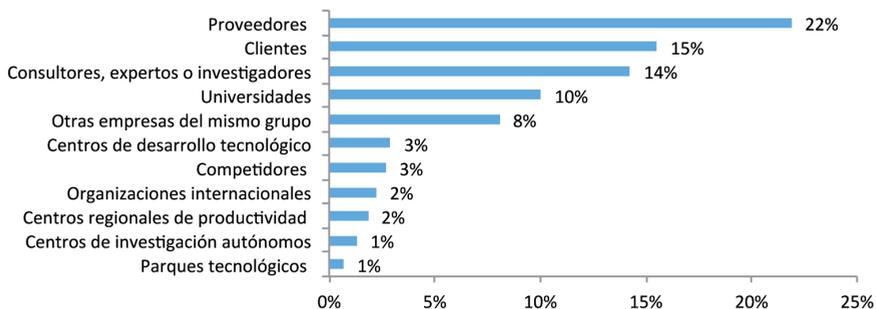
Gráfico 2.23. Relaciones con los actores del SNCTI



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

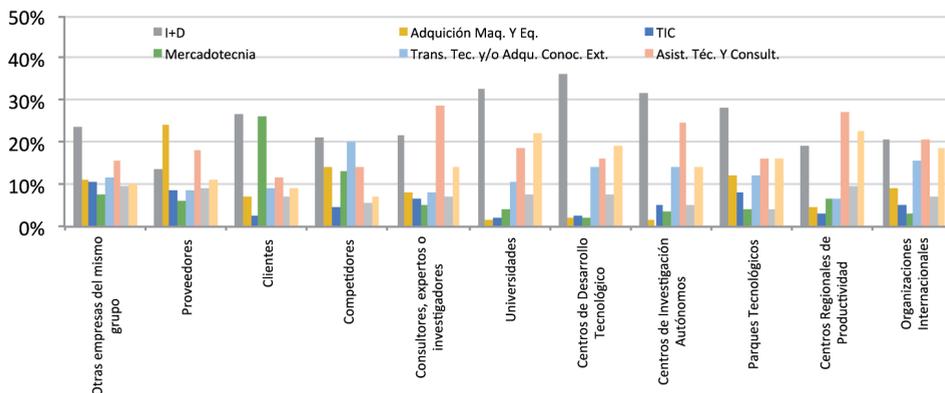
Finalmente, estas empresas también desarrollaron relaciones de participación activa en proyectos de ciencia, tecnología en innovación con otras entidades, principalmente con proveedores, clientes, y consultores, expertos o investigadores (gráfico 2.24); de la misma manera, estas relaciones de cooperación se utilizaron mayormente en actividades de I+D, asistencia técnica y consultoría y formación y capacitación especializada (gráfico 2.25).

Gráfico 2.24. Tipos de socios



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

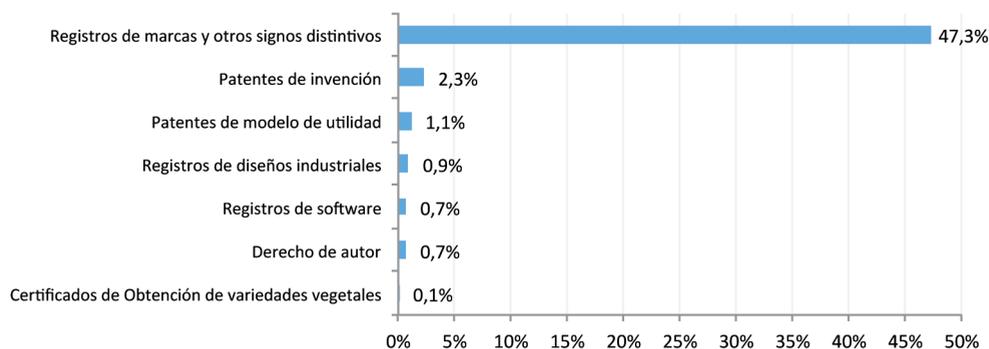
Gráfico 2.25. Actividades apoyadas por otras entidades (socios)



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

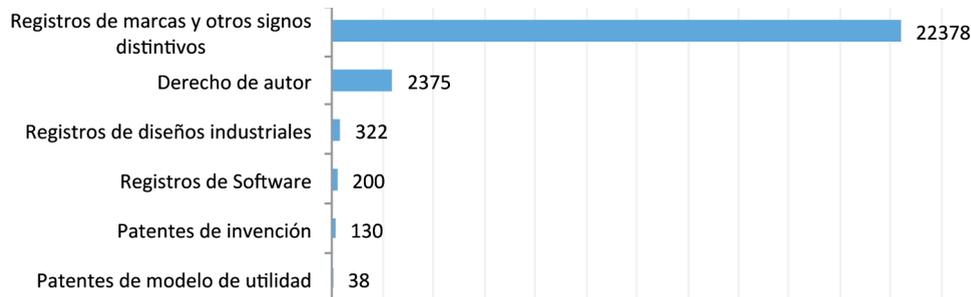
De las empresas innovadoras estudiadas, más del 40 % indicaron ser titulares de registros de marcas y otros signos distintivos vigentes a 2014, con un total de 22.378 registradas; seguidamente a diciembre de 2014 dichas empresas tenían 2375 registros de derecho de autor, que son los mecanismos de protección de propiedad intelectual registrables más utilizados en este periodo (gráficos 2.26 y 2.27). Aunque la encuesta también resalta la mera intención de solicitar registros, lo cierto es que casi el 80 % de las empresas no la tuvo (gráfico 2.28)

Gráfico 2.26. Empresas que obtuvieron registros de propiedad intelectual



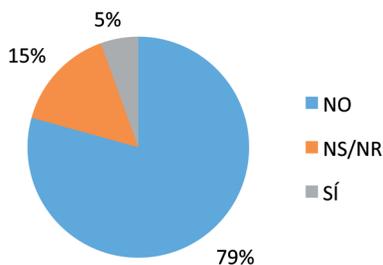
Fuente: Elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014

Gráfico 2.27. Número de registros obtenidos por las empresas.



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

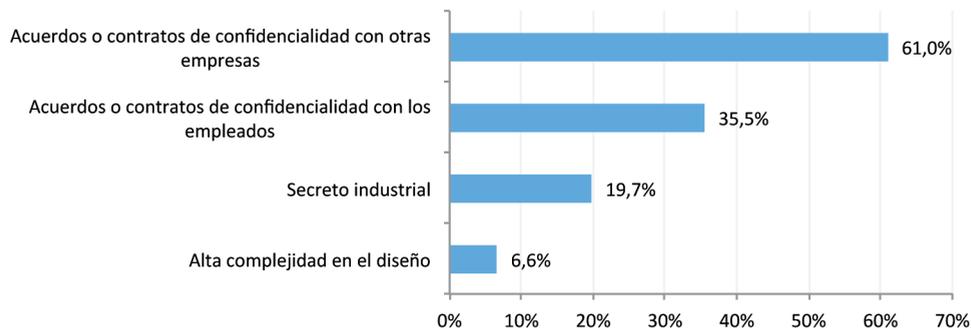
Gráfico 2.28. Empresas que solicitaron registros de propiedad intelectual



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

Además, las empresas acudieron a los métodos de protección no registrable, de los cuales, los contratos o acuerdos de confidencialidad con otras empresas sumaron un total de 1067 recursos; en segundo lugar aparecen los acuerdos de confidencialidad con los empleados, que fueron utilizados por el 35.5 % de las empresas para un total de 621 mecanismos de esta naturaleza (gráficos 2.29 y 2.30).

Gráfico 2.29. Empresas que utilizaron métodos no registrables



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

Gráfico 2.30. Número de mecanismos no registrables utilizados



Fuente: elaboración propia de autores con base en la encuesta EDIT 2013-2014.

CONCLUSIÓN

El análisis global de las capacidades y resultados de innovación de países desarrollados en comparación con los países en desarrollo se evidencia por las altas fortalezas en materia de inversión; en el mayor avance e implementación de tecnologías de la información y la comunicación; en el enorme valor agregado en bienes y servicios; en el capital humano con formación de alto nivel y capacidad de absorción y transferencia de conocimientos, que se ve reflejada en la calidad de su producción científica, desarrollos tecnológicos y aporte a la industria.

La innovación en América Latina se centra principalmente en aspectos organizacionales y de gestión; pocos son los países que han enfocado su innovación en el desarrollo tecnológico e

industrial. Se requiere fortalecer el compromiso del Estado y del sector privado para trabajar conjuntamente en la definición y seguimiento de políticas, estrategias y acciones fuertes de investigación básica y aplicada, desarrollo tecnológico e innovación, en contexto con la posición geográfica, recursos naturales disponibles, demanda global de mercado y sostenibilidad. Para ello es necesario, además de la incorporación y/o adopción de nuevas tecnologías, la inversión e inyección de recursos en el robustecimiento de capacidades tecnológicas propias, en el incremento de la producción científica y aplicada, impulsando verdaderos centros de I+D+i públicos y privados con laboratorios de avanzada, personal de alto nivel de formación e insumos.

En el caso de Colombia, la innovación y el desarrollo tecnológico es reflejo de lo que acontece en América Latina; además se ha identificado que la revaluación y permanente fluctuación de su moneda, la falta de una mejor infraestructura vial y costos logísticos ha llevado a un encarecimiento en altos costos de materia prima y maquinaria e infraestructura, que tiene impactos negativos en la industria, laboratorios y centros de desarrollo tecnológicos, aún muy incipientes, en universidades y entidades del nivel tecnológico y técnico. En el sector industrial, aunque se están haciendo esfuerzos de Gobierno y empresas privadas, persisten indicadores con niveles bajos de productividad, innovación, desarrollo y ventas, por lo que se requiere una mejora significativa que contribuya al crecimiento y participación del PIB, para que el país sea más competitivo y sostenible.

En Colombia, a nivel territorial los mayores adelantos y producción del sector industrial y manufacturero se concentran en Bogotá D.C., Medellín y Cali, ciudades donde tradicionalmente se han impulsado mayores políticas de inversión estatal y regional y del sector privado. Siguen los distritos y municipios de Barranquilla, Cartagena, Pereira, Manizales, que están emergiendo lentamente como producto de la globalización y tratados de libre comercio que el país ha implementado y también porque se están aprovechando las oportunidades que los gobiernos regionales y empresarios nacionales y extranjeros han visto en estos lugares en cuanto al desarrollo y crecimiento de sus economías y su posición estratégica para acceder al mercado internacional. Esto último ha acrecentado las expectativas y requerimientos de los empresarios para los negocios, en pro de incrementos en productividad y sostenibilidad, calidad e innovación, en la inversión, en el aumento de las exportaciones y el desarrollo de nuevos productos y diversificación de sus portafolios. Así mismo, hace necesario el fortalecimiento y formación en todos los niveles de su capital humano y del fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

REFERENCIAS

- Albormoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *CTS: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 5(13), 9-25.
- Cepal. (2013). *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Autor.
- Colciencias. (2016). *Tipología de proyectos calificados como de carácter científico, tecnológico e innovación*. Versión 4. Colciencias. Recuperado de <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo3-tipologiaproyectos-conv769-2016.pdf>

- Conpes, Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). *Documento Conpes 3866 -Política de Desarrollo Productivo*. Bogotá, D. C.: Autor.
- Cornell University, Insead, & WIPO. (2015). *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Fontainebleau: Ithaca and Geneva.
- DANE. (2015). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industria Manufacturera - EDIT VII 2013-2014*. Boletín Técnico, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá D.C. Recuperado el 14 de febrero de 2016, desde https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_Manufacturera_2013_2014.pdf
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC)*, 2015. Bogotá D.C.: DNP. Recuperado el 10 de diciembre de 2016, desde <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/%C3%8Dndice%20de%20Innovaci%C3%B3n%20Departamental%20para%20Colombia.pdf>
- Garay, L. J. (1998). *Colombia, estructura industrial e internacionalización, 1967-1996*, Biblioteca virtual del Banco de la República. 563-614
- Ghani, E. & O'Connell, S. (2014). *Can Service be a Growth Escalator in Low Income Countries?* Documento de trabajo sobre investigación de políticas. Banco Mundial. Washington D.C.: Banco Mundial.
- Jaramillo, H., Lugonés, G., & Salazar, M. (2001). *MANUAL DE BOGOTÁ. Normalización de indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: Ricyt/OEA/Cyted/Colciencias/OCYT.
- Naciones Unidas-Cepal. (2017). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Naciones Unidas.
- Niebles Núñez, E. E. (2011). Concurrencia de las tecnologías de soldadura en las construcciones soldadas. *Revista Prospectiva*, 9(1), 38-45.
- OCDE/CAF/Cepal. (2014). *Perspectiva económicas de América Latina 2015. Educación, Competencias e Innovación para el Desarrollo*. París: OCDE Publishing.
- OCDE/CAF/Cepal. (2015). *Perspectivas Económicas de América Latina 2015. Educación, competencias e innovación para el desarrollo*. Santiago de Chile: OCDE/Naciones Unidas/CAF 2014/Cepal.
- Rodrik, D. (2015). *Premature Deindustrialization*. Documento de trabajo sobre economía. IAS School of Social Sciences (107).

CAPÍTULO 3

PATRONES SECTORIALES DE APRENDIZAJE EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA COLOMBIANA (2011-2012)

Rafael García Luna¹⁴

José Luis Ramos Ruiz¹⁵

Jaime Morón Cárdenas¹⁶

INTRODUCCIÓN

Desde que se analiza la innovación como un fenómeno determinante del desarrollo económico, la capacidad de aprendizaje y la generación de conocimiento en las empresas han sido elemento medular para su definición. En una perspectiva general, Schumpeter (1934) describe la innovación como la generación de bienes nuevos o mejorados; nuevos métodos de producción o comercialización; entrada a nuevos mercados y adelantos técnicos. Cohen y Levinthal (1989) describen la innovación como un conjunto de habilidades de las organizaciones relacionadas con la utilización de la información y el conocimiento para el perfeccionamiento de sus procesos.

A su vez, Lundvall (1992) explica que la innovación es un proceso de continuo aprendizaje, desde la experiencia interna, así como a partir de la adaptación de los conocimientos producto de la interacción externa. La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) por medio del Manual de Oslo (2005, p. 56) definen la innovación como la introducción de un nuevo o significativamente mejorado (bien o servicio), de un proceso, de un método de organización, [o] de comercialización, en las prácticas internas de la empresa o en sus relaciones exteriores, acepciones en las que se evidencia un argumento convergente: el aprendizaje y la generación de conocimientos son esenciales para explicar el comportamiento innovador de las empresas.

El aprendizaje es un elemento fundamental para consolidar organizaciones innovadoras, y son las distintas formas de adquirirlo las que determinan la dinámica de absorción tecnológica y mejora de la productividad empresarial. Por ello las fuentes generadoras de conocimiento internas y externas a la empresa interactúan de acuerdo con las características de los distintos sectores

14 Magíster en Ciencias Económica, estudiante de doctorado en Ciencias sociales; docente de tiempo completo, Universidad del Magdalena. Correo electrónico: rgarcial@unimagdalena.edu.co

15 Doctor en Economía, Sociología y Política Agraria. Profesor e investigador del Instituto de Estudios Económico del Caribe (IEEC) y coordinador académico del Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad del Norte. Correo electrónico: jramos@uminorte.edu.co

16 Magíster en Economía; docente de tiempo completo, Universidad del Magdalena. Correo electrónico: jmoron@unimagdalena.edu.co

empresariales, que van a consolidar conjuntos de actividades comúnmente utilizados por grupos de empresas, y a los que se les reconoce como “patrones sectoriales de aprendizaje”.

Es preciso entender la importancia de la innovación y la capacidad de generar o absorber conocimientos por parte de grupos de empresas, para que ocurran transformaciones en la dinámica productiva. En el presente capítulo se propone analizar las fuentes internas y externas ejecutadas por distintos sectores de la industria manufacturera colombiana a fin de identificar los patrones de aprendizaje sectorial, utilizando los resultados de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT VI), que implementó el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el periodo 2011-2012, así como el método de relación causal estadística que sigue Bittencourt (2012) en el análisis realizado a la industria brasilera.

Este capítulo contiene tres partes: la primera plantea una revisión de literatura donde se describen los distintos casos de estudio sobre el aprendizaje y su impacto en la dinámica innovadora de las empresas; la segunda parte establece una breve presentación del panorama general de la dinámica innovadora en la industria colombiana (2011-2012), y en la tercera se explican los resultados y reflexiones sobre los patrones de aprendizaje de la industria colombiana para el periodo mencionado.

3.1. APRENDIZAJE, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA

Como punto de partida, Pavitt (1984), explica que las estadísticas de I+D no identifican importantes fuentes de cambio técnico, y por lo que analiza los patrones de la dinámica de transformación técnica de un conjunto de innovaciones en la industria británica (1945-1979), examina los diversos tipos de empresas, en relación con la tecnología, la estructura de la industria y la formación de habilidades y ventajas tecnológicas. Así mismo define los aportes de las fuentes de conocimiento a la generación de innovaciones, para describir las características de las que son realmente significativas; en este sentido, logra identificar 2000 innovaciones significativas, mientras va clasificando las empresas en: i. el sector de producto de innovación, ii. el sector de uso de innovación y iii. el sector de actividad de la empresa innovadora.

El trabajo de Pavitt (1984) describe los patrones de cambio tecnológico existentes en los sectores económicos de la industria británica y define cuatro formas de adquirir conocimiento por parte de las empresas, así:

- i. Las empresas dominadas por proveedores: son aquellas que se encuentran principalmente en los sectores tradicionales de fabricación, agricultura, construcción de vivienda, producción informal doméstica, y servicios comerciales y financiero. Con inversión I+D muy baja y débil absorción de las ventajas tecnológicas.
- ii. Las empresas de producción a escala: a esta pertenecen empresas que utilizan una proporción relativamente alta de sus propias tecnologías en los procesos y dedican parte de sus rendimien-

tos a ampliar la capacidad tecnológica de la empresa. Se inscriben en este grupo las empresas dedicadas a la producción de alimentos, fabricación de metales, vehículos de motor, la construcción naval y el vidrio y cemento.

- iii. Las empresas basadas en la ciencia: son aquellas que se caracterizan por invertir gran parte de sus recursos en I+D, aunque estos solo se ven reflejados a largo plazo, en la medida en que no se enfoca un solo elemento, sino que buscan mejorar tanto en procesos como en productos.
- iv. Las empresas de proveedores especializados: al igual que en la categoría anterior, la tecnología proviene del mismo sector, y dado que las empresas compiten por un segmento en el mercado, se exige una especialización tecnológica.

Cohen y Levinthal (1990) explican como la capacidad de hacer uso intensivo del conocimiento externo es un elemento fundante para el rendimiento innovador de las empresas y luego argumentan que la inversión asociada a investigación y desarrollo en las empresas impulsa directamente la capacidad de absorción que permite la utilización eficiente y la explotación del conocimiento externo para generar innovaciones. Teece y Jorde (1990) una vez reconocen la necesidad de vínculos internos y externos entre empresas y organizaciones de conocimiento, señalan que para generar las innovaciones propuestas por los usuarios son necesarios dos tipos de transferencia de tecnología: la primera, al fabricante y, luego, al desarrollador-usuario, ya que el aprendizaje es un elemento primordial en la capacidad de las empresas para asimilar y utilizar las fuentes de conocimiento que posibilitan innovaciones.

Sobre el aprendizaje tecnológico Malerba (1992) afirma que este se presenta al interior de las firmas como un proceso dirigido que suscita costos en distintas áreas, entre ellas: producción, ingeniería, marketing, organización, actividades de I+D (fuentes de conocimiento interno), y también por la interacción con otras firmas dentro de la industria, con los proveedores, los clientes y los nuevos avances de la ciencia y la tecnología (fuentes de conocimiento externo). En este mismo sentido, Nonaka (1994) opina que la clave para la expansión del conocimiento organizacional es la interacción sinérgica entre individuos y organizaciones, porque permitirá la constitución de una verdadera sociedad de conocimiento con características humanísticas que traspasen la simple racionalidad económica.

Así, Lall (1992), Garvin (1993) y Mahoney (1995) explican que el aprendizaje tecnológico es entendido como todos los procesos, que por medio de la acumulación de capacidades, generan cambios administrativos, operativos, productivos y organizacionales; comprenden el aprendizaje como la capacidad organizacional que lleva a que el conocimiento sea apropiadamente desarrollado, con el objetivo de mantener un continuo ajuste de los procedimientos organizativos a las variaciones del entorno.

Basándose en el trabajo de Pavit (1984), Dopico y Rodríguez (1997), Fonfría Mesa (1999) y Urraca (2000) definieron los patrones de aprendizaje y de cambio tecnológico para el caso de España (los primeros, para una industria en particular: la gallega; el segundo y tercero para el total

de la industria española). Fonfría Mesa (1999) establece por medio de un análisis clúster seis grupos de empresas, es decir, seis patrones de innovación diferentes para la industria española, donde las fuentes de conocimiento, las estrategias de protección, la apropiación de los resultados de innovación, los esfuerzos destinados a innovación y la generación propias de tecnologías son aspectos relevantes en la definición de la política tecnológica. Urraca (2000) comprueba que los sectores en España tienen un comportamiento muy parecido al descrito por Pavit (1984), aun cuando especialmente se destaca el sector del papel por su dinámica innovadora superior y una alta intensidad de cambio técnico.

Por su parte, Milesi (2006) logra analizar los patrones de innovación en la industria manufacturera de Argentina, proporcionando elementos para la comprensión de la conducta innovadora de las firmas manufactureras, e identificando que un conjunto relevante de firmas que desarrollan actividades innovadoras relacionadas con cambios en productos y procesos cuenta con bajo nivel de gasto promedio en I+D y una mayor valoración de las fuentes internas que las externas, que explica la baja capacidad de patentamiento.

A su vez, Lucendo (2009) mientras examina la tipología de las empresas en Andalucía (España) de acuerdo con los diferentes comportamientos dominantes resultado de las diferentes actividades innovadoras, utiliza un modelo teórico-metodológico, con base en los resultados de una encuesta directa a 143 empresas localizadas en dicha provincia. Al igual que Pavit (1984), identifica las empresas según el axioma o categorización y encuentra similitudes en las formas de adquirir conocimiento de la industria española con la de Gran Bretaña.

Así mismo Pérez-Escatel y Pérez Veyna (2009) estudian la industria manufacturera mexicana basados en la estructura propuesta por Pavit (1984). Así desarrollaron un análisis de la relación entre la apertura comercial y la generación de capacidades tecnológicas, en el que establecieron que la acumulación de estas capacidades tiene su base en el aprendizaje y que en la industria manufacturera mexicana la presencia de capital extranjero tiene un efecto positivo en la generación de mayores capacidades tecnológicas; precisamente los sectores con los más altos índices de capacidades tecnológicas se basan en la ciencia y los oferentes especializados, los cuales se sustentan en los mayores porcentajes de capacitación al personal. Sin embargo, la inversión en actividades de I+D sigue siendo baja.

Entretanto Ortiz y Vázquez (2007) y Durán (2009) utilizan la encuesta de desarrollo e innovación tecnológica (EDIT) para estudiar los resultados de la innovación en la industria manufacturera colombiana y cómo se ven afectados por los niveles de inversión en I+D, más específicamente en tecnología y capital humano, 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.

Luego Murillo (2009) expone que el conocimiento debe ser asimilado como un recurso resultado de un proceso multietápico, en el que interactúan fuentes internas y externas. Demostró que los procesos de transformación organizacional en el sector financiero colombiano han permitido en gran medida una mayor orientación de los usuarios, manejo de nuevas formas operativas de

prestación del servicio y la forma diferenciada para establecer las relaciones de los usuarios y proveedores.

En la misma línea de análisis, con base en la encuesta de innovación tecnológica de España 2004, Vega Jurado, Gutiérrez García y Fernández de Lucio (2009), definen que los resultados de construcción de conocimiento son diferentes para cada uno de los tipos de innovaciones y evidencian que las actividades de I+D están directamente relacionadas con un mayor uso de conocimientos externos, que no generan aumentos significativos de las formas internas para el impulso de la innovación.

Más adelante, Crespi y Zúñiga (2010) van a precisar la relación existente entre los factores determinantes de la innovación tecnológica y el impacto que estos generan sobre el nivel de productividad de las empresas llegando a percibir que algunos países, como los pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), presentan una relación positiva entre dichos factores y el nivel de productividad. Sin embargo, en países de América Latina, específicamente en Colombia, se observa debilidad entre los vínculos establecidos por las empresas con el Sistema Nacional de Innovación (SIN) e incapacidad para unificar los recursos científicos y tecnológicos en los procesos de innovación y generación de conocimiento.

Son Orozco, Chavarro y Ruiz (2010) quienes realizan una comparación entre las empresas con y sin departamentos de Investigación y Desarrollo (I+D) en la industria manufacturera colombiana, y encuentran que el conjunto de firmas con departamentos de I+D administran mejor el aprendizaje y el conocimiento, pues presentan un grado de innovación superior relacionada con las variables definidas en términos de redes interorganizacionales, cultura organizacional, capacitación grupal, número de personas con doctorado empleadas y el tamaño de las firmas.

En relación con la identificación de patrones sectoriales, es Bittencourt (2012) quien desarrolla este análisis en la industria brasilera, aplicando la técnica estadística de análisis multivariado, la cual primero le permitió sectorizar la forma en que las empresas adquieren conocimiento, para así establecer patrones sectoriales de aprendizaje relacionados con la innovación y luego examinar la manera como las empresas absorben y utilizan la tecnología. Con la determinación de los patrones, se refleja la aplicación de innovación en distintos espacios de la empresa: procesos de producción, producto y combinaciones de procesos y productos, así como se reconoce el valor que tiene la información externa, la forma de adquirirla y vincularla a los procesos de producción, operación y organización.

En este sentido, Bittencourt (2012) explica que todas las empresas requieren competencias al otorgarle el valor que tiene la información externa y para poder asimilarla, aprovechándola en la reorganización de maquinarias, equipos, bienes, servicios, organización y/o ventas. Para el mismo caso de la industria brasilera, Bittencourt y Giglio (2013) expresan en su análisis que algunas empresas utilizan varios patrones de aprendizaje, y que aquellas empresas no conformes con su productividad intentan buscar nuevas formas para mejorar los rendimientos.

Sobre el progreso técnico de la industria brasilera, Marquetti y de Campos (2014) establecen tres fases de este proceso. Exponen que en la primera fase (1952-1975) se dio el crecimiento de la industria por medio de la estrategia de sustitución de importaciones, que llevó a un alto crecimiento de la economía, pero una baja productividad. La implementación de un nuevo modelo durante la segunda fase (1975-1991) se observa una caída de la tasa de ganancia y asimismo una productividad a la baja. Por último, la tercera fase (1991-2008) evidencia un nuevo patrón de progreso técnico, caracterizado por un incremento de la productividad laboral y del capital y donde el conocimiento se establece como un importante elemento para la mejora técnica y de productividad.

Les corresponde a Hurtado y Mejía (2013) estudiar la estructura de inversión de la industria manufacturera colombiana en cuanto a actividades de innovación y desarrollo tecnológico con base en la EDIT III (2005-2006). Los autores confirman que pocas empresas realizan inversiones en distintos sectores, y que de un año a otro es bajo el cambio, por lo cual los patrones de inversión, más comunes están asociados a inversiones en maquinaria y equipo, hardware, TIC y en transferencia de tecnología y consultoría, actividades que se convierten en la médula del sistema.

Con respecto al tema de adquirir y generar conocimientos e innovar, Malaver y Vargas (2013) plantean que en las industrias de alta tecnología la mejor estrategia es tener un Departamento de Investigación y Desarrollo (I+D), dada la capacidad económica y la facilidad que tienen para la financiación de estos organismos; para pequeñas y medianas empresas (caso colombiano) la opción de innovar está en la de identificar, asimilar y aplicar la nuevas tecnologías existentes en los mercados, por lo que este tipo de organizaciones encuentran en la “imitación” la mejor forma de generar innovación, para lo cual se requieren mejores formas de utilización del conocimiento.

Mediante la aplicación de un modelo estadístico, Mendoza, León y Valenzuela (2013) logran identificar la concurrencia de una relación estructural positiva entre la acumulación e identificación de las capacidades tecnológicas y la gestión para desarrollar y acumular conocimiento. De cierta forma la mencionada gestión tecnológica propicia los procesos mismos de aprendizaje, de los cuales se obtienen las capacidades para los cambios técnicos y estos contribuyen a la aplicación y vinculación de nuevas actividades de gestión empresarial, siendo un proceso repetitivo.

Por su parte, Mejía y Granada (2014) manifiestan que los procesos de innovación impulsan el crecimiento, y con ello la disminución del desempleo. Sobre las inversiones en I+D+i y las fuentes de financiación que al respecto hacen las empresas colombianas, Zuluaga, Rivera, Aguilera y Garizado (2015) encuentran que se concentraron en maquinaria y equipo, siendo los recursos propios la principal fuente de apalancamiento, pues los recursos públicos destinados a financiar la innovación tuvieron poca relevancia.

En ese mismo año, utilizando la técnica de análisis de clúster, Torres, Castaño y Arias (2015) caracterizan la aplicación de innovación en las pequeñas y medianas empresas (pymes) de la

industria colombiana y analizan las diferencias y similitudes en su comportamiento innovador durante el periodo 2007-2008, especialmente en materia de inversión en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, capital humano, relacionamiento con los sistemas de innovación propiedad intelectual, certificaciones en calidad, normas y reglamentaciones técnicas e impacto en innovación. De esta manera muestran que las empresas avanzan con debilidad hacia la implementación de rutinas organizacionales, así como en cuanto al desarrollo de vínculos estratégicos con los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación (SCTi) para absorber tecnología y realizar innovaciones.

Por último, para Tarapuez, Guzmán, y Hernández (2016) la innovación empresarial sigue procesos organizados y sistemáticos que en la mayoría de los casos obedecen a planes estratégicos ejecutados por las empresas e industrias, y que van generando en mayor o menor medida conocimientos, sean o no conscientes de ello; en estas circunstancias, las bajas capacidades de aprendizaje son las que afectan de forma directa la manera de absorber y crear conocimientos necesarios para la solución de problemas y aprovechamiento de oportunidades en los mercados.

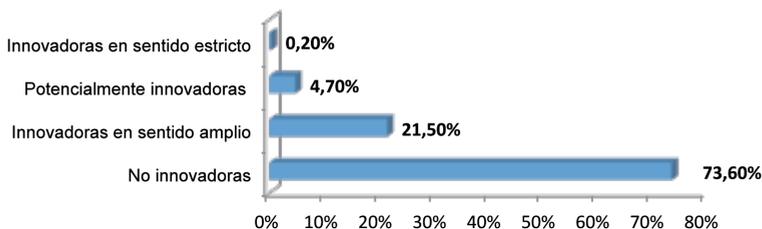
3.2. PANORAMA DE LA INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA COLOMBIANA (IMC) 2011-2012

De acuerdo con la EDIT VI (2011-2012) las empresas industriales colombianas pueden clasificarse según sus implementaciones de innovación en cuatro tipos:

- Innovadoras en sentido estricto (IE): empresas que en el periodo de referencia de la encuesta obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado en el mercado internacional.
- Innovadoras en sentido amplio (IA): empresas que en el periodo de referencia obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado, en el mercado nacional; o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa; o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias, o una forma organizacional o de comercialización nueva.
- Potencialmente innovadoras (PI): son aquellas empresas que en el momento de diligenciar la encuesta no habían obtenido ninguna innovación en el periodo de referencia, pero que reportaron tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación, ya fuera para la obtención de un producto nuevo o significativamente mejorado en el mercado internacional, en el mercado nacional, o para la empresa; o para la obtención de un proceso productivo para la línea de producción principal o para las líneas complementarias, o de una técnica organizacional o de comercialización nueva.
- No innovadoras (NI): empresas que en el periodo de referencia de la encuesta no obtuvieron innovaciones ni reportaron tener en proceso, o haber abandonado, algún proyecto de esta naturaleza.

De las empresas encuestadas por el Dane en la EDIT VI correspondiente al periodo 2011-2012 (gráfico 3.1) dieron respuesta 9.137; en dicho periodo, el 0,2 % de las empresas se clasificaron como innovadoras en sentido estricto; 21,5 %, como innovadoras en sentido amplio; 4,7 %, como potencialmente innovadoras y 73,6 % se clasificaron como no innovadoras; las empresas que en el periodo de estudio desarrollaron algún tipo de innovación, es decir, aquellas empresas caracterizadas como amplia y estrictamente innovadoras, representan un total de 1.980 empresas.

Gráfico 3.1. Distribución porcentual de las empresas industriales manufactureras por tipología definida en función de resultados de innovación total nacional 2011-2012

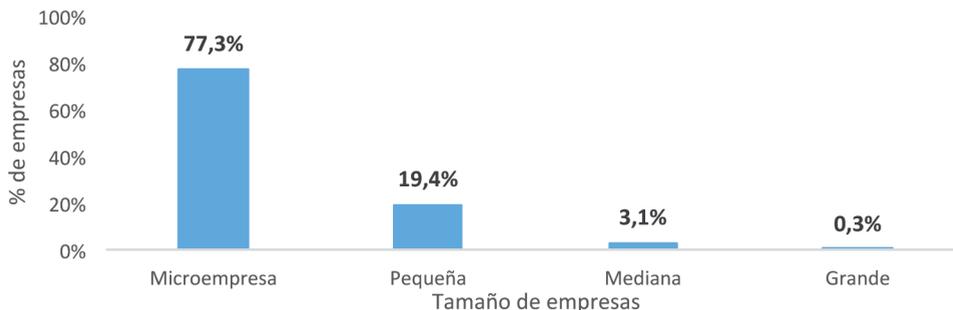


Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011-2012). Proyecciones Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

3.2.1 Tamaño de las empresas y tipos de innovación

Según los resultados de la EDIT (gráfico 3.2), el mayor número de empresas innovadoras dentro del sector industrial colombiano (2011-2012) lo constituyen las microempresas, con un total de 1530 establecimientos industriales, los cuales representan el 77,3 %. En cambio, el número y porcentaje de aquellas empresas grandes con características innovadoras es relativamente bajo, con un total de 5 empresas y una representación porcentual de solo 0,3 %.

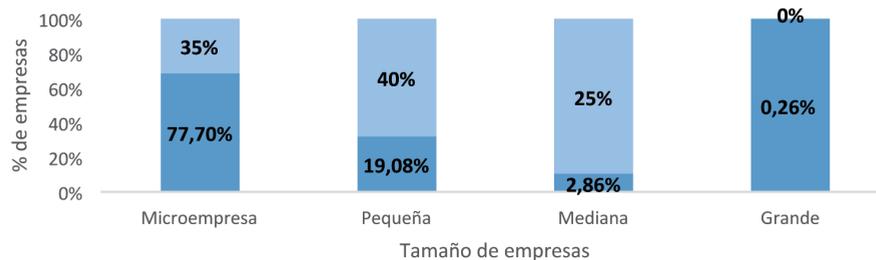
Gráfico 3.2. Empresas innovadoras según tamaño 2011-2012



Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011-2012). Proyecciones Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

En este mismo orden (gráfico 3.3), el 77,7 % de microempresas innovaron en sentido amplio, mientras que el 35,5% desarrollaron innovaciones en sentido estricto; así mismo, las pequeñas empresas tuvieron una participación del 19,2% y 40,0% dentro de las tipologías IA e IE, respectivamente. Por otro lado, solo un 2,9% de las empresas medianas innovaron en sentido amplio, contrastándose esto con un 25,05% de establecimientos que lo hicieron en sentido estricto. En cuanto a las empresas grandes, se pudo evidenciar que todas se ubican dentro de la tipología IA con un porcentaje de 0,26%.

Gráfico 3.3. Empresas innovadoras según tamaño y tipología de innovación

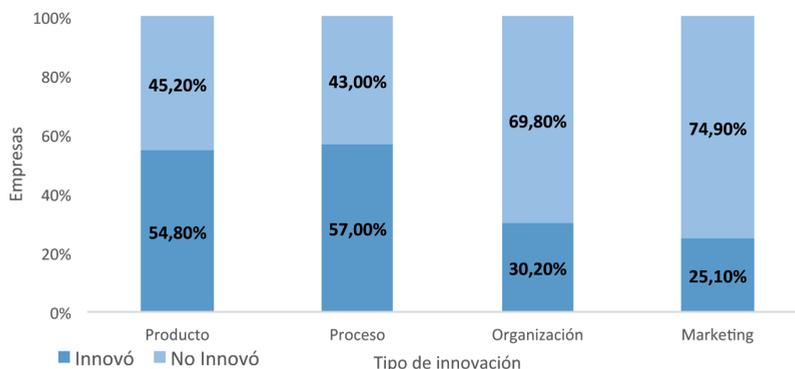


Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011- 2012). Proyecciones Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

Las empresas innovadoras no solo se limitan a innovar en producto, proceso, organización o marketing, sino que pueden desarrollar simultáneamente distintos tipos de innovaciones.

Del total de empresas innovadoras (gráfico 3.4) 54,8% innovan en producto, 57% innovan en procesos, 30,2% innovan en organización y 25,1% realizan innovaciones en marketing. Del conjunto de innovaciones en producto el 72,01% fueron realizadas por microempresas, el 23,11% por pequeñas empresas, el 4,60%, por medianas empresas y el 0,28%, por grandes empresas.

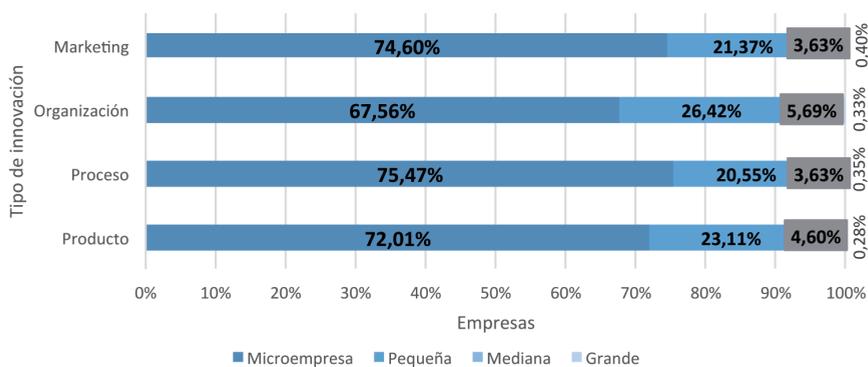
Gráfico 3.4. Empresas innovadoras según tipo de innovación



Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011-2012). Proyecciones Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

El mayor porcentaje de innovaciones (gráfico 3.5), de diferentes tipos, son realizadas por microempresas, mientras que las pequeñas, medianas y grandes empresas representan los menores porcentajes dentro de cada tipo de innovación, y dentro de ellos los más bajos porcentajes les corresponde a las grandes empresas. Tal fenómeno puede ser explicado por el amplio número de microempresas prevalecientes en la muestra; por los sectores en los que se desempeñan las grandes empresas, y las situaciones que enfrentan las microempresas para poder sobrevivir en un competitivo ecosistema empresarial donde un alto porcentaje desaparece sin llegar a una etapa de madurez, lo cual las obliga a utilizar distintas fuentes de aprendizaje para generar innovaciones que les permitan poder mantenerse.

Gráfico 3.5. Empresas innovadoras según tamaño y tipo de innovación



Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011- 2012). Proyecciones Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

3.2.2 Número de bienes y servicios introducidos, y nivel de inversión

Del gráfico 3.6 se observa que un total de 742 empresas introdujeron de 1-10 bienes y/o servicios nuevos para la empresa; por otra parte, es notorio que a medida que aumenta el número de introducción de bienes y/o servicios, disminuye el porcentaje de empresas que pueden realizar más innovaciones. En este sentido, solo 26 establecimientos introducen de 11-20 bienes y/o servicios; siete, de 21-30; tres, de 31-40 y otras tres, de 41-100; solo una empresa reporta la introducción de más de 100 bienes y/o servicios nuevos para la organización.

Gráfico 3.6. Número de empresas que introdujeron bienes y/o servicios nuevos para la empresa en el periodo 2011-2012, según rango de bienes y/o servicios introducidos



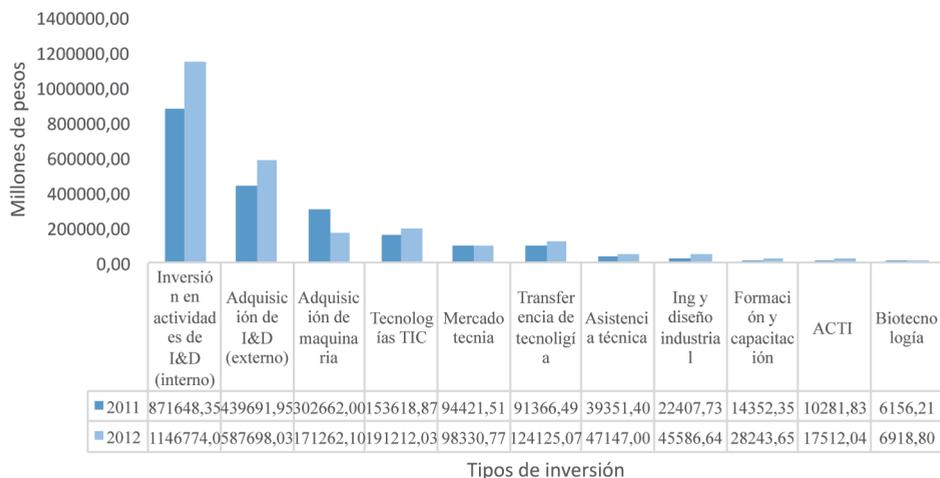
Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011-2012). Proyecciones Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE) Universidad del Magdalena.

Las microempresas representan la mayoría del tejido empresarial en el país; sin embargo, es tradicional que estas innoven o introduzcan bienes nuevos o significativamente mejorados para la empresa, el mercado nacional o el mercado internacional en el rango de 1-10 bienes y/o servicios. Por otro lado, las grandes empresas se encuentran en el rango de innovaciones mayores a 100; pero, aunque estas son pocas, sus innovaciones cuentan con un promedio más alto por número de empresas, en comparación con las que tienen tamaños inferiores.

Es fundamental describir que las empresas innovadoras realizan inversiones en investigación y desarrollo tanto a nivel interno como externo, y generalmente en distintos aspectos como adquisición de maquinaria, tecnologías de la información, mercadotecnia y transferencia de la tecnología.

En el gráfico 3.7, se describen los diferentes montos de inversión por parte de las empresas innovadoras para el periodo 2011-2012, se evidencia que los mayores esfuerzos corresponden a actividades de investigación y desarrollo a nivel I+D interno, adquisición de I+D interno y maquinaria; esto puede explicar que los más altos porcentajes de innovaciones se realicen en procesos (internos), que son innovaciones lideradas por las microempresas. Los niveles de inversión más bajos del periodo 2011-2012 se desarrollan en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) y las orientadas a técnicas de biotecnología.

Gráfico 3.7. Montos por tipos de inversión en innovación



Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011– 2012). Proyecciones Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

3.3 PATRONES SECTORIALES DE APRENDIZAJE IMC 2011-2012

3.3.1 Identificación y organización de fuentes de aprendizaje

Los patrones sectoriales de aprendizaje describen la interacción de los comportamientos innovadores de conjuntos de empresas, que son el resultado de las características, condiciones tecnológicas y de inversión de los sectores productivos. En este sentido, el interrogante fundamental para identificar los patrones de aprendizaje es: ¿cuáles son las formas, fuentes y actividades que describen la dinámica de aprendizaje y construcción de conocimiento de distintos sectores de la industria colombiana?

En este orden, para dar respuesta al mencionado interrogante se utilizan los datos de la EDIT VI (2011-2012) y se realiza inicialmente el análisis de 32 variables organizadas en dos grupos de fuentes de aprendizaje (internas y externas), los cuales se describen en la tabla 3.1:

Tabla 3.1. Fuentes de aprendizaje de la industria manufacturera colombiana (2011-2012)

Fuentes	Variables de aprendizaje
Aprendizaje Interno	1. Departamento interno de I+ D
	2. Departamento de Producción
	3. Departamento de Ventas y Mercadeo
	4. Otro departamento de la empresa
	5. Grupos Interdisciplinarios específicos para innovar
	6. Directivos de la empresa
	7. Otra empresa relacionada (si hace parte de un conglomerado)
	8. Casa matriz extranjera

Fuentes	Variables de aprendizaje	
Aprendizaje Externo	1. Competidores u otras empresas del sector (excepto el departamento de I + D).	13. Parques tecnológicos Aprendizaje
	2. Clientes	14. Centros regionales de productividad
	3. Proveedores	15. Centros de formación y/o tecnoparques
	4. Empresas de otro sector	16. Ferias y exposiciones
	5. Centros autónomos de investigación	17. Seminarios y conferencias
	6. Universidades	18. Libros, revistas o catálogos
	7. Consultores o expertos	19. Sistemas de información de propiedad industrial (banco de patentes)
	8. Departamento I+D de otra empresa del sector	20. Sistema de información de derechos de autor
	9. Agremiaciones y/o asociaciones sectoriales	21. Internet
	10. Cámaras de Comercio	22. Bases de datos científicas y tecnológicas
	11. Centros de desarrollo tecnológico (CDT)	23. Normas y reglamentos técnicos
	12. Incubadoras de empresas de base tecnológica (IEBT)	24. Instituciones públicas (ministerios, entidades descentralizadas, secretarías)

Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

Dada la ordenación inicial de las fuentes y variables, se procede a reorganizarlas con base en lo planteado por Bittencourt (2012) en su estudio para el caso de Brasil, donde son ocho las fuentes de aprendizaje propuestas (tabla 3.2); según la definición de estas fuentes se identificaron las variables pertenecientes a los distintos grupos, de manera que se establecieron conjuntos de fuentes más compactos e integrados con variables relacionadas entre sí.

Tabla 3.2. Organización de fuentes de aprendizaje según Bittencourt (2012)

Variables de aprendizaje		Variables
Aprendizaje Interno	Aprendizaje por I+D interno	1. Departamento interno de I+D
	Aprendizaje práctico	2. Departamento de Producción 3. Departamento de Ventas y Mercadeo 4. Otro departamento de la empresa 5. Grupos interdisciplinarios 6. Directivos de la empresa 7. Otra empresa relacionada 8. Casa matriz
	Capacitación	22. Centros de formación o Tecnoparques SENA
	Capacitación y técnicas avanzadas	16. Centros de desarrollo tecnológico (CDT) 17. Centros de investigación 18. Incubadoras de empresas de base tecnológica (IEBT) 19. Parques tecnológicos 20. Centros regionales de productividad 21. Universidades
Aprendizaje Externo	Proveedores	12. Proveedores
	Clientes	10. Clientes
	Otras fuentes de interacción	Agremiaciones y/o asociaciones sectoriales 14. Cámaras de Comercio 15. Consultores o expertos 23. Ferias y exposiciones 24. Seminarios y conferencias 25. Libros, revistas o catálogos 26. Sistemas de información de propiedad industrial 27. Sistemas de información de derechos de autor 28. Internet 29. Bases de datos (científicas y tecnológicas) 30. Normas y reglamentos técnicos. 31. Instituciones públicas (ministerios, entidades descentralizadas, secretarías)
	Imitación	11. Competidores u otras empresas del sector

Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

3.3.2 Análisis de componentes principales (ACP)

Una vez establecidas las fuentes de aprendizaje, se realiza el ACP¹⁷ con el que se busca reducir el número de variables, y la consolidación de factores sintéticos que recogen la variabilidad máxima de todas las variables de estudio, factores que se denominarán patrones de aprendizaje porque explican las formas asociadas al aprendizaje de las empresas.

Para verificar la validez de la aplicación del análisis multivariado se hicieron pruebas como la de esfericidad de Bartlett y la de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (tabla 3.3); la prueba de Bartlett proporcionó como resultado un p-valor menor que el nivel de significancia (0.05), es decir, el análisis demuestra que los modelos generados son estadísticamente significativos y que la correlación entre las 32 variables analizadas es suficiente para probar la factorización de la matriz de coeficientes de correlación. De igual modo la medida KMO fue de 0.663, lo cual indica que el instrumento es débil, aunque se acepta su aplicación. Con base en el análisis planteado anteriormente, se puede establecer que la utilización de la técnica de ACP fue adecuada.

Tabla 3.3. Resultados prueba estadística KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin		,663
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	131,698
	Gl	28
	Sig.	,000

Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011- 2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

El ACP proyecta el establecimiento de 8 factores sintéticos (o componentes) (tabla 3.4) que integran la dinámica de cambio de las 32 variables analizadas; empero estadísticamente solo los dos primeros factores se seleccionan, dado que recogen la mayor variabilidad de los datos, mientras que los seis siguientes no se consideran representativos por la baja variabilidad con respecto a los dos principales.

Tabla 3.4. Método extracción: análisis de componentes principales

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,269	40,858	40,858	3,269	40,858	40,858
2	1,077	13,460	54,318	1,077	13,460	54,318
3	1,026	12,822	67,140	1,026	12,822	67,140
4	,921	11,514	78,654			
5	,786	9,829	88,483			
6	,492	6,155	94,638			
7	,231	2,887	97,525			
8	,198	2,475	100,000			

Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011- 2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

17 El ACP se desarrolla utilizando el software estadístico Statistical Product and Servicer Solutions (SPSS versión 2015).

La matriz de componentes (tabla 3.5) muestra cómo están conformados los patrones sectoriales de aprendizaje de acuerdo con el aporte de las fuentes, aunque cada una de estas fuentes aporta a la conformación de ambos patrones. El caso del patrón 1 cuenta con mayor carga factorial y está compuesto por seis fuentes: I+D interno, aprendizaje práctico, capacitación, capacitación y técnicas avanzadas, proveedores y clientes; en relación al patrón 2, las fuentes con mayor carga factorial son: otras fuentes de interacción y la imitación. La fuente de aprendizaje I+D interno cuenta con una carga factorial de 0.732 en el patrón 1, contra un -0.029 en el patrón 2; aunque puede aportar a los dos patrones, esta fuente de aprendizaje hace parte del patrón de aprendizaje 1, porque tiene mayor representación factorial en este.

Tabla 3.5. Matriz de componentes principales (patrones)

Fuentes	Patrón 1	Patrón 2
I + D interno	,732	-,029
Aprendizaje práctico	,841	,092
Capacitación	,560	-,527
Capacitación y técnicas avanzadas	,695	-,395
Proveedores	,790	,208
Clientes	,723	,189
Otras fuentes interacción	,274	,728
Imitación	,082	,158

Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011- 2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

- Patrón de aprendizaje 1: utilización de múltiples fuentes de aprendizaje

El patrón 1 está integrado por las fuentes: I+D interno con una carga factorial de (0,732), acompañada de las variables que componen el aprendizaje práctico, con una carga de (0,841); capacitación (0,560); capacitación y técnicas avanzadas (0,695); proveedores (0,790) y clientes (0,723), que pueden considerarse como la combinación de múltiples fuentes de aprendizaje (internas y externas). La tabla 3.6 describe las fuentes y variables asociadas con el primer patrón de aprendizaje.

Tabla 3.6. Fuentes y variables asociadas al patrón de aprendizaje 1

Fuentes	Carga Factor 1	Variables	
Múltiples	I+D interno	,732	Departamento de I+D
		Aprendizaje práctico	,841
	Departamento de ventas y Mercadeo		
	Otro departamento de la empresa		
	Grupos interdisciplinarios		
	Directivos de la empresa		
	Otra empresa relacionada		
	Casa matriz		

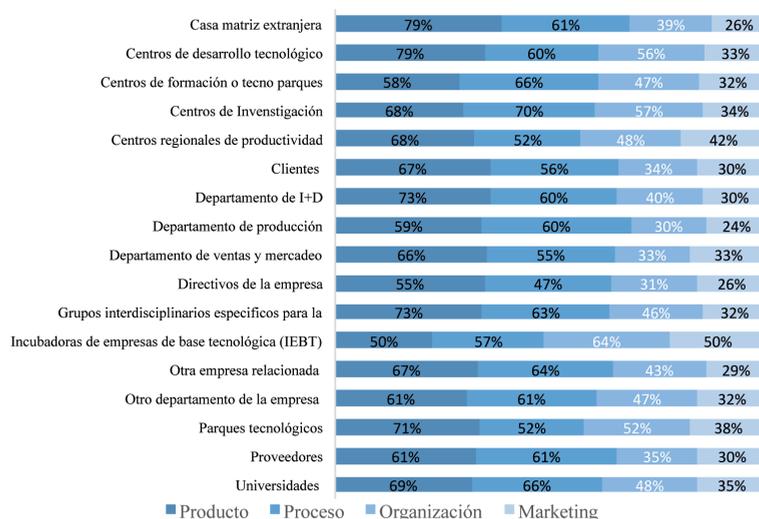
Fuentes		Carga Factor 1	Variables
Múltiples	Capacitación	,560	Centro de Formación Tecnoparques SENA
	Capacitación y técnicas avanzadas	695	Centro de desarrollo tecnológico
			Centros de investigación
			Incubadoras de empresas de base tecnológica
			Parques tecnológicos
			Centros regionales de productividad
Proveedores	,790	Proveedores	
Clientes	,723	Clientes	

Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

El patrón de aprendizaje 1 integra la mayor variabilidad de los datos, correspondiente al 40,86 %, y está conformado por variables que corresponden a fuentes internas y externas de aprendizaje, es decir, que los sectores que son influenciados por este patrón cuentan con combinaciones de fuentes internas y externas como estrategia para generar innovaciones.

En el gráfico 3.8 se describen las variables (o actividades para generar conocimientos) relacionadas con las fuentes de aprendizaje que conforman el patrón de aprendizaje 1, utilizado por los sectores durante el periodo (2011-2012), y que fueron en gran parte innovaciones en producto y proceso, a las que les siguen las innovaciones en organización, y en menor porcentaje innovaciones en marketing.

Gráfico 3.8. Porcentaje de innovaciones según fuentes relacionadas con el patrón de aprendizaje 1 (2011-2012)

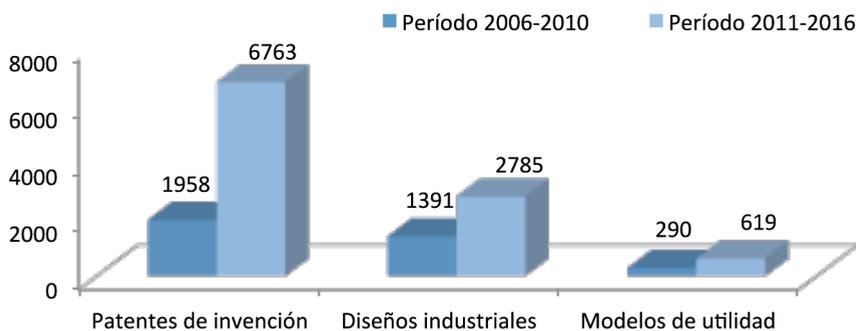


Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

Las cinco actividades con mayor porcentaje en la generación de innovaciones de producto son: centros de desarrollo tecnológico, casa matriz, departamento de I+D, parques tecnológicos y grupos interdisciplinarios específicos, cuyos porcentajes de generación de innovaciones son superiores al 70 %; en relación a las innovaciones de proceso son los centros de investigación, centros de formación o tecnoparques, universidades, otras empresas relacionadas y grupos interdisciplinarios específicos las actividades con porcentajes más altos de aporte (superiores al 60 %). En cuanto a las innovaciones en organización y marketing, las actividades que ostentan los mayores porcentajes de aporte son las incubadoras de empresas de base tecnológica, los centros de investigación, los centros de desarrollo tecnológico y las universidades.

Situación anterior, que puede ser uno de los elementos explicativos del aumento del patentamiento en el país (gráfico 3.9) en el lustro 2011-2016; con base en cifras de la Dirección de Nuevas Creaciones de la Delegatura para la Propiedad Industrial de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (2016), se obtuvo una tasa de crecimiento en el patentamiento de 245,4 % durante el periodo 2011-2016, en comparación con 2006-2010 y del 22,38 % si se compara con los 15 años anteriores (1996-2010).

Gráfico 3.9. Comportamiento del patentamiento en Colombia 2006-2010 vs. 2011-2016



Fuente: datos Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Superintendencia de Industria y Comercio. Dirección de Nuevas Creaciones de la Delegatura para la Propiedad Industrial. Proyección Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

- Patrón de aprendizaje 2: énfasis en fuentes externas de aprendizaje

El segundo patrón de aprendizaje contiene una variabilidad de 14,46 % y lo conforman dos fuentes de aprendizaje (tabla 3.7); la primera es Otras fuentes de interacción, con una carga factorial de (0,728), conformada por doce variables y la segunda es Imitación (carga factorial de 0,158), que cuenta con una variable. Trece son las variables que corresponden a actividades de aprendizaje externo. En la tabla siguiente se describen las fuentes y variables que conforman el patrón 2.

Tabla 3.7 Fuentes y variables asociadas al patrón de aprendizaje 2

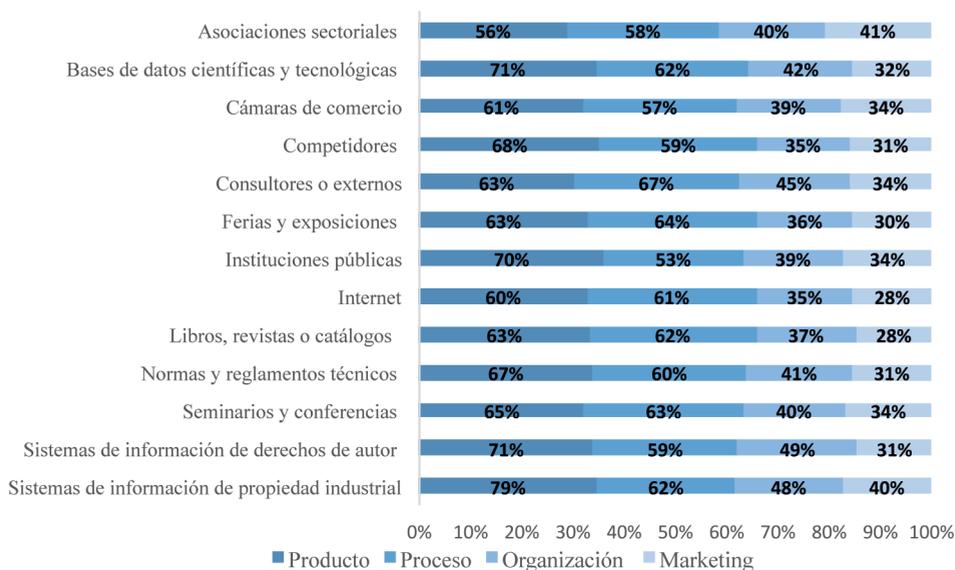
Fuentes		Carga Factor 2	Variables de aprendizaje
Externas a la empresa	Otras fuentes de interacción	0,728	Agremiaciones y asociaciones sectoriales
			Cámaras de Comercio
			Consultores expertos
			Ferias y exposiciones
			Seminarios y conferencias
			Libros, revistas y catálogos
			Sistemas de información de propiedad industrial
			Sistemas de información y derechos de autor
			Internet
			Bases de datos (científicas y tecnológicas)
			Normas y reglamentos técnicos
	Instituciones públicas (ministerios, secretarías, institutos descentralizados)		
Imitación	0,158	Competidores y otras empresas del sector	

Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

Las distintas fuentes de aprendizaje relacionadas con este patrón aportan a la consolidación de distintos tipos de innovación (gráfico 3.10); es así como las variables, sistemas de información y de derechos de autor, bases de datos científicos e instituciones públicas son las que más aportan a la generación de innovaciones en producto; a su vez, las variables consultores externos, ferias y exposiciones y seminarios y conferencias son las que mayor porcentaje aportan en la generación de innovaciones de proceso.

Al igual que en el patrón anterior, los distintos sectores industriales impactados por los patrones de aprendizaje se orientan mayormente a utilizar las actividades de aprendizaje para generar innovaciones en producto y proceso; sin embargo, los sistemas de propiedad intelectual y de derechos de autor, al igual que los consultores externos, son las actividades que más aportan a la consolidación de innovaciones de marketing y organizacionales.

Gráfico 3.10 Porcentaje de innovaciones según fuentes relacionadas con el factor de aprendizaje 2 (2011-2012)



Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011- 2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

Este segundo patrón de aprendizaje puede considerarse como el de utilización de fuentes externas preferencialmente, las cuales son manejadas (al igual que el patrón aprendizaje 1) en mayor porcentaje para la generación de innovaciones de producto y proceso.

- Análisis de clúster

Con base en la metodología utilizada por Bittencourt (2012), se realiza el análisis de clúster a 51 actividades o sectores económicos, con el propósito de conformar conjuntos de actividades que utilicen de manera asociada las formas de aprendizaje organizadas en los patrones establecidos. Los clústeres representan entonces conjuntos de actividades económicas que se caracterizan por tener fuentes comunes de aprendizaje relacionadas con los patrones 1 y 2.

Se utiliza el método jerárquico aglomerativo (específicamente el método Ward mediante la distancia euclidiana) para identificar los grupos más próximos, que corresponden a cuatro organizaciones grupales o clústeres. Seguidamente se aplicó el método no jerárquico de k-medias para los cuatro clústeres, a fin de identificar como se organizan cada una de las actividades económicas de acuerdo a los métodos de aprendizaje, resultado que se evidencia en la tabla 3.8

Tabla 3.8. Distribución de actividades por clúster

Conglomerado	Clúster	Actividades
	1	5
2	1	
3	12	
4	33	
Válidos	51	
Perdidos	0	

Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011- 2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena, utilizando SPSS versión 2015.

La tabla 3.9 muestra la distribución de la incidencia de los factores en cada uno de los clústeres que conforman el conglomerado, describiéndose las cargas factoriales resultado del análisis.

Tabla 3.9. Incidencia de factores en cada uno de los clúster del conglomerado

Factores	Conglomerado			
	1	2	3	4
Carga asociada al Factor 1	2,13	7,04	4,39	4,05
Carga asociada al Factor 2	2,94	,72	5,33	3,78

Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011- 2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena, utilizando SPSS versión 2015.

La incidencia de cada patrón de aprendizaje en los cuatro clústeres identificados, dependen de la carga factorial expuesta por los patrones. En seguida se analizan las relaciones prevalecientes y los sectores que conforman los clústeres.

Clúster 1: Sectores que utilizan de manera intensiva fuentes externas de aprendizaje

A este clúster (tabla 3.10) pertenecen cinco sectores o actividades industriales que se caracterizan por la utilización intensiva de recurso humano en el desarrollo de sus procesos. En este sentido, el conjunto de actividades que integran este clúster, presentó en mayor medida innovaciones en producto, aunque también generaron innovaciones en proceso, organización y marketing, que fueron resultado del uso intensivo de las fuentes establecidas en el patrón 2.

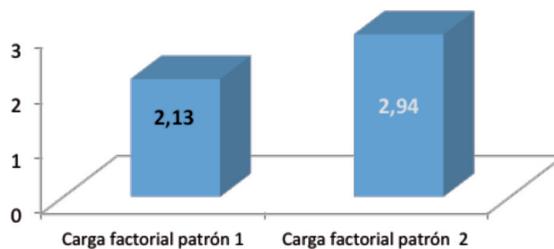
Tabla 3.10. Actividades industriales pertenecientes al clúster 1

CIU 3 AC	Actividades industriales
157	Ingenios, refinerías de azúcar y trapiches
192	Fabricación de calzado
193	Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares; fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería
201	Aserrado, acepillado e impregnación de la madera
2.422	Fabricación de pinturas, barnices y revestimiento similares, tintas para impresión

Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011- 2012). Organización Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

Los sectores que conforman el clúster cuentan con un variado aprovechamiento de tecnologías (157 y 2422), pues algunos se caracterizan por la utilización de procesos artesanales, mientras que otros requieren de mucho capital humano con niveles de formación técnica y tecnológica (sectores 192, 193 y 201).

Gráfico 3.11. Incidencia de patrones sectoriales de aprendizaje en el clúster 1

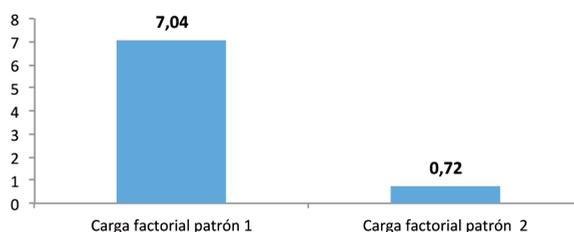


Fuente: datos DANE – EDIT VI (2011- 2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena, utilizando SPSS versión 2015.

Clúster 2: Sectores que utilizan intensivamente la combinación de fuentes internas y externas de aprendizaje

La actividad económica de fabricación de muebles es el único sector que constituye este clúster. Las innovaciones generadas en mayor porcentaje son en producto y procesos, aunque se desarrollan innovaciones en marketing y organización. Al igual que el clúster 1, utiliza de manera intensiva capital humano con formación técnica y gran experiencia en el desarrollo de procesos rutinarios. La mayor carga factorial en este clúster está relacionada con el patrón de aprendizaje 1 (combinación de fuentes internas y externas de aprendizaje) y una muy baja incidencia del patrón 2 (utilización de fuentes externas).

Gráfico 3.12. Incidencia de los patrones de aprendizaje en el clúster 2



Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena, utilizando SPSS versión 2015.

Clúster 3: Utilización intensiva a escala de múltiples fuentes de aprendizaje con énfasis en las fuentes externas

Son 12 actividades económicas las que conforman el clúster, con una incidencia o uso de las fuentes de aprendizaje de los patrones 1 y 2, que pueden considerarse intensivos a escala; la utilización de las distintas fuentes de aprendizaje generaron innovaciones mayormente en producto, de igual forma mostraron otras innovaciones representativas en procesos, organización y marketing.

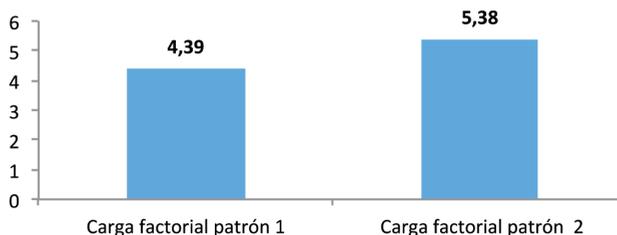
Tabla 3.11. Sectores económicos asociados al clúster 3

CIU 3 AC	Actividad o sector económico
156	Elaboración de productos de café
173	Acabado de productos textiles no producidos en la misma unidad de producción
191	Curtido y preparado de cueros
204	Fabricación de recipientes de madera
209	Fabricación de otros productos de madera; fabricación de artículos de corcho, cestería y espartería
230	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear
241 - 243	Fabricación de sustancias químicas básicas; fabricación de fibras sintéticas y artificiales
251	Fabricación de productos de caucho
261	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio
272	Industrias básicas de metales preciosos y de metales no ferrosos
293	Fabricación de aparatos de uso doméstico ncp
300 - 310 320 - 330	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática; fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos ncp; fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones; fabricación de instrumentos médicos, ópticos, de precisión, y fabricación de relojes

Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011- 2012). Organización Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE). Universidad del Magdalena.

Los sectores que conforman el clúster 3 son en su mayoría actividades industriales de alta y mediana tecnificación que para el desarrollo de productos con alto valor agregado requieren la utilización de múltiples fuentes de aprendizaje (con un relativo énfasis en las externas) y que orientan sus innovaciones mayormente al mercado nacional, aunque también lo hacen para el mercado externo en menor número.

Gráfico 3.13 Incidencia de los patrones de aprendizaje en el clúster 3



Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena, utilizando SPSS versión

Clúster 4: Sectores que utilizan de manera intensiva diversas fuentes de aprendizaje combinándolas fuertemente

El clúster 4 está conformado por 33 actividades industriales (tabla 3.12), en las cuales se utilizan de manera intensiva las fuentes de conocimientos que conforman los patrones 1 y 2; aunque sobresale en mayor intensidad el patrón 1 que el patrón 2, es decir, con énfasis en la combinación de fuentes, para el desarrollo de innovaciones en producto, principalmente, y acompañadas también de distintos tipos de innovaciones en menor proporción.

Tabla 3.12. Actividades industriales que conforman el clúster 4

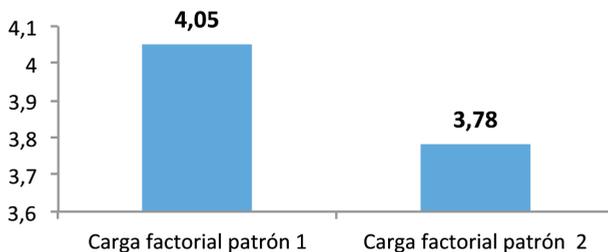
CIIU 3 AC	Actividades industriales
151	Producción, transformación y conservación de carne y pescado
152	Elaboración de aceites y grasas; transformación de frutas y hortalizas
153	Elaboración de productos lácteos
154	Elaboración de productos de molinería, de almidones y productos derivados del almidón y alimentos preparados para animales
155	Elaboración de productos de panadería, macarrones, fideos, alcuquuz y productos farináceos similares
158	Elaboración de otros productos alimenticios
159	Elaboración de bebidas
171 - 172 ^{3/}	Preparación e hilatura de fibras textiles; tejeduría de productos textiles
174	Fabricación de otros productos textiles

CIIU 3 AC	Actividades industriales
175	Fabricación de tejidos y artículos de punto y ganchillo
180	Fabricación de prendas de vestir; preparado y teñido de pieles
202	Fabricación de hojas de madera para enchapado; fabricación de tableros contrachapados, tableros laminados, tableros de partículas y otros tableros y paneles
203	Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones
210	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
221	Actividades de edición
222	Actividades de impresión
223	Actividades de servicios relacionadas con las de impresión
252	Fabricación de productos de plástico
269	Fabricación de productos minerales no metálicos n. c. p.
271	Industrias básicas de hierro y de acero
281	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor
289	Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionados con el trabajo de metales
291	Fabricación de maquinaria de uso general
292	Fabricación de maquinaria de uso especial
341	Fabricación de vehículos automotores y sus motores
342	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores
343	Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores y para sus motores
350	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
369	Industrias manufactureras n. c. p. y fabricación de productos de tabaco
2.421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario
2.423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales
2.424	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador
2.429	Fabricación de otros productos químicos n. c. p.

Fuente: datos DANE-EDIT VI (2011-2012). Organización Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena.

Este clúster es el más variado y numeroso en actividades industriales, las cuales utilizan un conjunto diverso de fuentes de aprendizaje como se puede observar en las cargas factoriales que describen la incidencia del patrón 1 y 2 en el desarrollo de innovaciones.

Gráfico 3.14. Incidencia de los patrones de aprendizaje en el clúster 4



Fuente: datos DANE–EDIT VI (2011-2012). Cálculos Grupo Análisis en Ciencias Económicas (GACE), Universidad del Magdalena, utilizando SPSS versión 2015.

Los 33 sectores que conforman el clúster representan distintas actividades industriales con importantes desarrollos en procesos productivos, donde son necesarias estrategias compuestas por diversas formas de generar de conocimientos e innovaciones.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de la EDIT VI (2011-2012), el ecosistema empresarial colombiano en materia de innovación está compuesto por microempresas en un 77 %; pequeñas empresas, con un 19,4 %; medianas empresas, con 3,1 %, y grandes empresas que representan un 0,3 %. De las 9.137 empresas analizadas en la EDIT, el 0,2 % se clasificaron como innovadoras en sentido estricto y el 21,5 % como innovadoras en sentido amplio, porcentaje que está representando a 1980 empresas; un 4,7 % fueron identificadas como potencialmente innovadoras y 73,6 % se clasificaron como no innovadoras, situación que indica el bajo nivel de desarrollo de capacidades de innovación.

Con respecto a las inversiones para el desarrollo de innovación, estas se centraron durante el periodo en actividades de investigación y desarrollo a nivel I+D interno, adquisición de I+D interno y maquinaria; los niveles de inversión más bajos del periodo 2011-2012 se desarrollan en ACTI y las orientadas al desarrollo de biotecnología. De esta manera, Zuluaga et al. (2015) explican que las inversiones en innovación en Colombia se concentraron en maquinaria y equipo, siendo los recursos propios la principal fuente de apalancamiento, mientras que los recursos públicos como fuente de financiación en este campo tuvieron poca relevancia. Lo anterior puede explicar que los más altos porcentajes de innovaciones se realicen en producto (para el mercado nacional) y procesos internos, que son aquellas lideradas por las microempresas.

Con base en el análisis de componentes principales, se escogieron los dos patrones de aprendizaje más representativos para la industria manufacturera colombiana durante el periodo 2011-2012; el patrón de aprendizaje 1 es el que acumula la mayor variabilidad de los datos (40,86 %) y está compuesto por seis fuentes: I+D interno, aprendizaje práctico, capacitación, capacitación

y técnicas avanzadas, proveedores y clientes, es decir, que los sectores que son influenciados por este patrón cuentan con combinaciones de fuentes internas y externas como estrategia para generar innovaciones, las cuales fueron en gran parte en producto y proceso, situación que puede explicar el aumento de la tasa de crecimiento del patentamiento en el país durante el periodo 2011-2016.

El segundo patrón de aprendizaje contiene una variabilidad de 14,46 % y lo conforman trece variables pertenecientes a Otras fuentes de interacción con una carga factorial de (0,728) e Imitación (0,158); por esta razón, el patrón de aprendizaje 2 puede considerarse como el de utilización de fuentes externas preferencialmente, las cuales son utilizadas (al igual que el patrón aprendizaje 1) en mayor porcentaje para la generación de innovaciones de producto y proceso.

Con referencia al análisis de clúster, se consolidaron 4 organizaciones grupales. En este sentido, el clúster 1 lo conforman sectores que cuentan con una variada utilización de tecnologías y otros que se caracterizan por la utilización de procesos artesanales y de utilización intensiva de capital humano con niveles de formación técnica y tecnológica. Al igual que el clúster 1, utiliza de manera intensiva capital humano con formación técnica y gran experiencia en el desarrollo de procesos rutinarios. La mayor carga factorial en este clúster está relacionada con el patrón de aprendizaje 1 (combinación de fuentes internas y externas de aprendizaje) y una muy baja incidencia del patrón 2 (utilización de fuentes externas).

El clúster 3 está conformado por 12 actividades económicas con una incidencia o uso de las fuentes de aprendizaje de los patrones 1 y 2 que puede considerarse intensivo a escala; la utilización de las distintas fuentes de aprendizaje generaron innovaciones mayormente en producto, aun cuando de igual forma mostraron otras innovaciones representativas en procesos, organización y marketing. El clúster 4 está conformado por 33 actividades industriales que utilizando de manera intensiva las fuentes de conocimientos, conforman los patrones 1 y 2, aun cuando se presenta mayor énfasis en la combinación de fuentes (patrón 1) para el desarrollo de innovaciones en producto, principalmente.

El tejido empresarial del país está compuesto principalmente por microempresas, que encuentran en la combinación de fuentes de aprendizaje con baja inversión en ACTI la mejor estrategia para adquirir y asimilar conocimientos que generen innovaciones, particularmente en producto y proceso. Al igual que lo planteado por Malaver y Vargas (2013) identificar, asimilar y aplicar las nuevas tecnologías existentes en los mercados por medio de la “imitación” se convierte en una importante forma de generar innovación para las microempresas que buscan realizar innovaciones con bajo costo.

Finalmente, es importante resaltar que la generación y asimilación de conocimiento es un elemento insoslayable para el mejoramiento de la dinámica innovadora de las empresas en Colombia; por consiguiente, la financiación de ACTI y la organización de procesos de innovación colectivos y basados en la cooperación son elementos que debe ser considerados en los planes para el impulso de innovación, como parte de los modelos de desarrollo productivo del país.

REFERENCIAS

- Barona-Zuluaga, B., Rivera Godoy, J. A., Aguilera Cifuentes, C. I., & Garizado Román, P. A. (2015). Financiación de la Innovación en Colombia. *Entramado*. Vol. 11 No. 1, 80-93.
- Bittencourt, P. F. (2012). Padrões setoriais de aprendizagem da indústria brasileira: uma análise exploratória. *Revista Brasileira de Inovação*. Campinas (SP), 11 (1), 37-68.
- Bittencourt, P., & Giglio, R. (2013). Un análisis empírico sobre la capacidad de absorción tecnológica de la industria brasileña. *Revista de la CEPAL 111*, 183-198.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1989). Innovation and learning: Two faces of R&D. *The economic journal*. Vol. 99, N° 397 (Sep., 1989), 569-596.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, pp 128-152.
- Crespi, G., & Zuniga, P. (2010). Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. Felipe Herrera Library: Inter-American Development Bank. Department of Research and Chief Economist.
- Dopico Parada, A., & Rodriguez Daponte, G. (1997). *Análisis comparativo de la estructura y el proceso de innovación tecnológica en los sectores productivos gallegos*. España: Universidad de Vigo.
- Durán Peralta, J. (2009). Aprendizaje productivo en la industria manufacturera de Colombia, un estudio a nivel de sectores. *Cuadernos de Economía*. Volumen 29, Número 52, ISSN electrónico 2248-4337. ISSN impreso 0121-4772, 79-102.
- Fonfría Mesa, A. (1999). *Patrones de Innovación y Política Tecnológica*. Madrid (España): Departamento de Economía Aplicada II e Instituto de Análisis Industrial y Financiero Universidad Complutense de Madrid.
- Garvin, D. (1993). Building a learning organization. *Harvard Business Review*: July–August 1993 ISSUE, 78-91.
- Hurtado, R. G., & Mejía, J. E. (2013). Estructura de la inversión de la industria manufacturera colombiana en actividades de innovación y desarrollo tecnológico. *Revista Innovar*.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, Vol. 20, No. 2, 165-186.
- Lucendo, Á. (2009). Recursos Tecnológicos y Capacidades Innovadoras en las Empresas Industriales andaluzas. *Cuadernos de Geografía*. Vol 85, 55-82.
- Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. Londres: Pinter.
- Mahoney, J. (1993). The Management of resources. *Journal of Business Research*. College of Commerce and Business Administration. University of Illinois at Urbana-Champaign, 91- 101.
- Malaver Rodríguez, F., & Vargas Pérez, M. (2004). Hacia una caracterización de los procesos de innovación en la industria colombiana: Los resultados de un estudio de casos. *Cuadernos de Economía*. Vol. 32 no.60, 499-532.
- Malaver, F. R., & Vargas, M. P. (2013). Formas de Innovar y sus Implicaciones de Política: Lecciones de una Experiencia. *Cuadernos de Economía*, 537-570.
- Malerba, F. (1992). Learning by Firms and Incremental Technical Change. *The Economic Journal*, Vol. 102, No. 413 (Jul., 1992), pp. 845-859.
- Marquetti, A., & De campos Soares, M. (2014). Patrones de progreso técnico en la economía brasileña, 1952-2008. *Revista de la CEPAL 113*, 61-78.
- Mejía, J. F., & Granada, Y. A. (06 de 12 de 2014). *Innovation and its Effects on Employment Composition: Microeconomic Evidence from Colombian Firms*. Recuperado el 18 de 02 de 2017, de Repositorio institucional Universidad EAFIT: https://repository.cefite.edu.co/handle/10784/4534#.WWBh5hU1_IU
- Mendoza León, J., & Valenzuela Valenzuela, A. (2013). Aprendizaje, innovación y gestión tecnológica en la pequeña empresa. Un estudio de las industrias metalmeccánica y de tecnologías de información en Sonora. *Contaduría y Administración* 59 (4), 253-284.
- Milesi, D. C. (2006). *Patrones de Innovación en la Industria Manufacturera Argentina*. Universidad Nacional del General Sarmiento. Laboratorio de Investigación sobre Tecnología, Trabajo, Empresa y Competitividad.

- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Delegatura para la Propiedad Industrial, Superintendencia de Industria y Comercio. (Noviembre de 2016). *Estudio Patentes en Colombia 2011-2016*. Bogotá D.C: Ministerio de Comercio Industria y Turismo de Colombia.
- Murillo Vargas , G. (2009). Conocimiento e Innovación en los Procesos de Transformación Organizacional: El Caso de las Organizaciones Bancarias en Colombia. *Estudios Gerenciales*. Vol. 25 No. 112 Jul-Sep 2009, 71-100.
- Nonaka, I. (1994). A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science*, Vol. 5, No. 1 (Feb., 1994), 14-37.
- Organización para la cooperación y desarrollo económico (OCDE), Oficina de estadística de la comisión europea (EUROSTAT). (2005). *Manual de Oslo, Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. París (Francia): OCDE/European Communities.
- Orozco, L. A., Chavarro, D. A., & Ruiz, C. F. (2010). Los departamentos de I+D y la innovación en la industria manufacturera de Colombia: análisis comparativo desde el comportamiento organizacional. *Revista Innovar; Volumen 20, Número 37*, 101-115.
- Ortiz Quevedo, C. H., & Vazquez Castro, L. M. (2007). Aprendizaje Manufacturero, Dependencia Tecnológica y Crecimiento Económico: El Caso Colombiano. *Revista Sociedad y Economía*. Num 12. Junio, 10-27.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a Taxonomy And a Theory. *Research Policy*, número 13 (6), 343-373.
- Peréz-Escatel, A., & Pérez Veyna, O. (2009). Competitividad y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria manufacturera mexicana. *Investigación Económica*, vol. LXVIII, 268, 159-187.
- Shumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard Economic Studies.
- Tarapuez, E., Guzmán, B., & Hernández, R. (2016). Estrategia e innovación en las Mipymes colombianas ganadoras. *Estudios Gerenciales- Universidad ICESI*, 172.
- Teece, D., & Jorde, T. (1990). Innovation and Cooperation: Implications for Competition and Antitrust. *Journal of Economic Perspective* 75, 737-758.
- Torres, J., Castaño, G., & Arias, J. (2015). Caracterización de la Innovación en las PYMES Manufacturera en Colombia desde la Perspectiva del Análisis de Clúster. *Revista Actualidad y divulgación científica (18-2)*, 525-532.
- Urraca Ruiz, A. (2000). Patrones Sectoriales de Cambio Tecnológico en la Industria Española. *Economía Industrial. Departamento de Economía*. num. 332. Universidad Federal Fluminense. Brasil, 99-108.
- Vargas Pérez, M., & Malaver Rodríguez, F. (2004). Los Procesos de Innovación en la Industria Colombiana: Resultado de un Estudio de Casos. *Cuadernos de Administración*, vol. 17, núm. 28, julio-diciembre, 9-51.
- Vega-Jurado, J., Gutiérrez-García, A., Fernández-de-Lucio, I. (2009). Does external knowledge sourcing matter for innovation?: evidence from the Spanish manufacturing industry. *Industrial and corporate change*, 18(4), 637-670.

CAPÍTULO 4

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO INNOVADOR EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN EMPÍRICA

Gustavo Rodríguez Albor¹⁸

Marco Ariza Dau¹⁹

INTRODUCCIÓN

En medio de la cada vez más fuerte dinámica económica global, la capacidad de generar innovaciones es determinante para garantizar la perdurabilidad y competitividad de la empresa. Lograr nuevos productos o servicios exige a la empresa poseer una serie de conocimientos y capacidades que suelen generarse tanto fuera como dentro de esta. Este proceso de generar y absorber conocimientos potencialmente generadores de innovaciones puede volverse mucho más difícil para la empresa ante la rapidez del cambio tecnológico, la cantidad exponencial de conocimientos cada vez más complejos que se generan, y los recursos o inversiones que ello demanda. Los procesos orientados a adquisición, asimilación, transformación y explotación de conocimiento pueden entenderse como el desarrollo de capacidades de absorción, los cuales “requieren de tiempo y contar previamente con cierta CA” (Manjarrés y Vega, 2012,26). Aunque un número significativo de estudios empíricos han utilizado la CA, todavía no se ha establecido una medida estandarizada aplicable que permita medir e integrar sus diversos aspectos. Partiendo de lo descrito por Zahra y George (2002) y de la información de la EDIT VII, en esta investigación se toma a manera de proxi, las frecuencias de las rutinas para obtener información y conocimiento tanto a nivel interno como externo; los registros de propiedad intelectual, así como las inversiones en ACTI que realizan las empresas del sector manufacturero, las cuales pueden considerarse una medida objetiva de las rutinas de relacionamiento, registros obtenidos y de recursos destinados directamente a procesos relacionados con la capacidad de absorción.

El desarrollo de estas capacidades depende en buena medida de los aprendizajes generados por arduos procesos de transferencia de conocimiento, más allá de las rutinas tradicionales de la empresa. Pese a la importancia estratégica de las capacidades de absorción en la búsqueda de estadios más avanzados de desarrollo tecnológico, son escasos los estudios que enfoquen este

18 Economista, especialista en Estadística Aplicada y doctor en Ciencias Sociales. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, de la Universidad Autónoma del Caribe. Correo electrónico: gustavo.rodriguez51@uac.edu.co

19 Economista, especialista en Estadística, magíster en Economía y estudiante del doctorado en Ciencias Sociales, de la Universidad del Norte. Correo electrónico: daum@unimorte.edu.co

aspecto a nivel nacional, lo que puede influir en la política industrial de Colombia y en el propio desarrollo tecnológico del país.

Para el estudio se emplearon las variables relacionadas con la capacidad de absorción de los 53 subsectores industriales a partir de patrones comunes identificados en las 1710 empresas que admitieron haber obtenido algún tipo de innovación. Para establecer los patrones de CA a nivel del sector manufacturero se recurrió a dos técnicas multivariadas ampliamente conocidas: un análisis por componentes principales (ACP) para reducir dimensiones o variables y un análisis por conglomerados o clúster para identificar patrones de absorción comunes en la industria innovadora colombiana. Los hallazgos del estudio demuestran la relación estadística de las cuatro fases de CA descritas por Zahra y George (2002).

4.1. ALGUNAS CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN

En el contexto de los países de industrialización tardía, el desarrollo de las capacidades tecnológicas es el resultado de un proceso de aprendizaje que corre paralelo a los de industrialización y desarrollo productivo (Kim y Nelson, 2000). Ese proceso transita por varias etapas: primero, una fase duplicativa, en la que predomina la copia de productos y procesos desarrollados en los países avanzados; luego prosigue una fase de imitación creativa, en la que se adaptan y mejoran esas tecnologías, procesos y productos; por último, se da la fase generativa, en la cual se crean nuevos procesos y productos que entran en la zona de frontera tecnológica y competitiva (Malaver y Vargas, 2009).

En países en vía de desarrollo que, como Colombia, todavía no han alcanzado la tercera etapa, las capacidades para incorporar y usar de manera creativa las tecnologías desarrolladas en los países más avanzados resultan fundamentales para su crecimiento tecnológico, mejora de su competitividad y el desarrollo de innovaciones. Según la literatura sobre el desarrollo de esas capacidades de absorción, esto en buena medida depende de los aprendizajes generados en la adquisición de nueva tecnología, las rutinas de trabajo internas, la interrelación con el entorno especialmente con agentes que puedan transmitir nuevos conocimientos y las inversiones para realizar actividades de investigación y capacitación del capital humano.

Tal como se explica en el primer capítulo, según Zahra y George (2002) la CA está constituida por dos subconjuntos de procesos, aparentemente aislados, pero que se les considera complementarios por tener funciones independientes dentro de la organización. Así, según estos autores, dichos procesos de CA son: potencial y realizada. El primero incluye los procesos de adquisición y asimilación del nuevo conocimiento externo, y el segundo incluye la transformación y explotación de dicho conocimiento (tabla 4.1).

Tabla 4.1. Procesos, subprocesos e indicadores alternativos de capacidad de absorción

Procesos	Subprocesos	Descripción	Indicadores alternativos
Capacidad de Absorción Potencial	Adquisición	Habilidad de una empresa para reconocer, entre las múltiples fuentes de información externas, el conocimiento más relevante para sus operaciones. Está determinada por la intensidad, la dirección y la velocidad con que se emprenden las actividades, siendo influenciadas, a su vez, por el ambiente externo de la empresa (Lewin, Massani y Peeters, 2011).	-Zahra y George (2002) proponen: años de experiencia del Departamento de I+D o cantidad de inversión en I+D. -Cohen y Levinthal (1990); Stock, Greis y Fisher (2001), Tsai (2001); Oltra y Flor (2003); Belderbos et al. (2004); Zahra y Hayton (2008) proponen la intensidad de I+D (gasto en I+D dividido por ventas anuales).*
	Asimilación	Rutinas y procesos que permiten a la empresa analizar, procesar, interpretar y comprender la información obtenida de fuentes externas.	-Cockburn y Henderson (1998) proponen el número de citas de patentes por la empresa, o el número de citas que se hacen en las publicaciones de una empresa de investigación que se desarrollan en otras empresas. -Veugelers (1997) propone la existencia de los departamentos de I+D de la firma con personal de tiempo completo. * -Luo (1997) analiza el porcentaje del personal técnico y profesional dividido por el total del número de empleados de la organización. *
Capacidad de Absorción Realizada	Transformación	Capacidad de una empresa para desarrollar y perfeccionar las rutinas productivas que permiten combinar el conocimiento existente y el conocimiento recién adquirido y asimilado. En este punto juega un papel importante el tema de los antecedentes de la organización.	-Leonard-Barton (1995) considera número de nuevas ideas de productos o nuevos proyectos de investigación iniciados. -Petroni y Panciroli (2002) proponen el esfuerzo de formación de personal (gastos de formación de personal / ventas anuales)*.
	Explotación	Aplicación práctica del conocimiento adquirido y transformado. Generalmente se manifiesta en un nuevo producto o proceso.	-Freeman y Soete (1997); Kowalski y Michorowska (2013) proponen el número de patentes sin procesar.* -Zahra & George (2002) aportan: número de patentes, anuncios de nuevos productos o duración del ciclo de desarrollo de productos. -Cockburn y Henderson (1998) proponen el total de publicaciones basados en los dólares gastados anualmente en investigación.*

Fuente: elaboración autores a partir de Zahra y George (2002); Lewin et al. (2011), Cockburn y Henderson (1998) y Leonard-Barton (1995).

De esta manera, una empresa puede adquirir y asimilar conocimiento, pero no poseer la capacidad de transformarlo y explotarlo; por lo tanto, la sola existencia de la CA potencial no asegura una ventaja competitiva. Sin embargo, la CA realizada depende en gran medida de la CA potencial, pues no se puede transformar un conocimiento que no ha sido adquirido previamente. Cabe mencionar que la absorción representa una capacidad que la organización puede o no poseer, y puede ser empíricamente medida.

Al respecto, diversos estudios empíricos que han intentado medir la CA se centran fundamentalmente en las inversiones en I+D, y otras ACTI; la inversión en I+D y los resultados de las innovaciones expresados en la cantidad de patentes logradas o en proceso que posee una empresa. A pesar de ello, aún no existe una medida estandarizada aplicable que integre sus diversos aspectos (Lewandowska, 2015, 39), y generalmente esta capacidad es medida mediante proxies de I+D, como lo propuesto por Cohen y Levinthal en 1989.

A pesar de lo anterior, la literatura sobre CA resalta que el uso de estas variables no siempre trae lo esperado e incluso pueden obtenerse resultados contradictorios. Una muestra de ello es el uso generalizado del registro u obtención de patentes como capacidad de absorción o indicador de desempeño, el cual parece apropiado en los sectores de alta tecnología, pero en otros casos puede producir resultados contradictorios, ya que las empresas difieren en su propensión a innovaciones de patentes y las patentes difieren significativamente en su contenido de conocimiento (Ahuja y Katila, 2001; George, Zahra, Wheatley y Khan, 2001). En el caso de los subsectores manufactureros en un país como Colombia, el uso de algunas de estas variables puede ser complejo debido a la heterogeneidad tecnológica de la industria y las características propias de cada sector en términos de la dinámica de innovadorav. A pesar de tales limitaciones, es interesante explorar algunas de estas variables proxies, especialmente si la orientación de la investigación se toma a partir de patrones los subsectores manufactureros.

Como lo hicieron Cohen y Levinthal (1990), pioneros en esta temática, Zahra y George (2002) enfatizaron la experiencia previa y elementos activadores, los cuales se definen como eventos externos o internos que motivan el rastreo y asimilación de conocimiento externo, de tal manera que la CA puede generar ventaja competitiva representada en desarrollo de innovaciones y mayor desempeño de la empresa, en términos de mayor participación en el mercado, acceso a nuevos mercados y mayores ingresos, entre otras.

Gráfico 4.1. Modelo de capacidad de absorción



Fuente: Zahra y George (2002).

4.2. METODOLOGÍA

El enfoque del estudio es estrictamente cuantitativo. La información para analizar la capacidad de absorción de la industria innovadora en Colombia se tomó de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) para la industria manufacturera, la cual fue realizada por Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) en 2013-2014. Aunque esta encuesta no mide de manera directa CA, sí registra las diferentes actividades realizadas por las empresas manufactureras para relacionarse con las fuentes internas y externas; la cooperación con el SNC-TI; nivel de formación del personal en actividades ACTI; el gasto en formación, o la inversión en I+D y en otras ACTI, y los registros de propiedad intelectual, aspectos relacionados con la CA.

Para establecer los patrones sectoriales de la industrial colombiana se tomó la información a partir de la división por actividades económicas de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIUU), particularmente los tres primeros dígitos de la revisión 4 adoptada para Colombia (CIUU 4 A.C.). En total 8.844 empresas aceptaron contestar la encuesta, de las cuales 1750 manifestaron haber logrado algún tipo de innovación. Debido a que la medición se realizó antes de los cambios a la CIUU 4 A.C., el DANE no logró conciliar el cien por ciento de las empresas encuestadas a la nueva clasificación, por ello solamente 1710 se lograron utilizar para el análisis de este capítulo. Además de lo anterior, debido a los criterios de reserva estadística, algunos grupos integrados por una o dos empresas fueron reagrupados con las de otros sectores, por lo que se pasó de 64 actividades económicas (o sectores industriales) a 53²⁰, con las cuales finalmente se realizó el estudio.

En cuanto a las variables a analizar, teniendo presente las definiciones de Zahra y George (2002), se consolidaron grupos de factores a partir de las dos dimensiones de CA potencial y realizadas y sus formas: adquisición, asimilación transformación y explotación, en todos los casos a partir de los promedios de cada una de estas variables en los 53 sectores industriales.

Desde el punto de vista cuantitativos, se realizaron dos análisis estadísticos. Por un lado, se realizó un análisis correlacional de variables identificadas alrededor de la CA para los diferentes subsectores industriales. Esto permitió explorar a nivel global el comportamiento de la CA para la industria colombiana. La segunda estrategia consistió en la identificación del comportamiento de CA a nivel de grupos menores, es decir, patrones sectoriales. Esto debido a que es característico de países como Colombia que posean estructuras productivas diferentes lo cual repercute en las posibilidades de absorción de conocimiento y generación de innovaciones.

Para la construcción de los patrones sectoriales se realizaron dos procedimientos multivariados²¹: un análisis por componentes principales (ACP) y, posteriormente, un análisis de clasifica-

20 Estos 53 subsectores no fueron seleccionados arbitrariamente, sino que se tomó uno de los reportes de la EDIT VII, el cual exhibe esta organización.

21 El procedimiento se realizó utilizando el software estadístico SPSS 22. En cuanto al análisis clúster, se escogió la metodología de conglomerados por *k* medias, que permite procesar los casos individuales (en este análisis, los sectores), e ir agrupándolos hasta llegar a grupos o conglomerados más homogéneos. Este método requiere que se le asigne previamente el número de conglomerados a obtener que, en este caso, se establecieron cuatro.

ción conocida como clúster o conglomerados, tal como lo sugiere la metodología de Bittencourt (2013). En el ACP, se realizó uno para cada una de las dos dimensiones de CA, eligiéndose el factor con mayor explicación de la información. En la dimensión CA potencial, el factor 1, el cual aporta cerca del 55,4 % de la varianza, está tipificado de acuerdo a las cargas factoriales prioritariamente por inversiones en ACTI, las fuentes externas y la participación de empresas con unidades de I+D.

Tabla 4.2. Resultados ACP dimensión CA potencial: KMO, prueba Bartlett, matriz de componentes y varianza total explicada

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.	0,662	CA	Variables	Componente	
Prueba de Chi-cuadrado de esfericidad de Bartlett	188,811			1	2
g/	10	ADQ.	Inversión en I+D	,524	,817
Sig.	,000		Inversión en ACTI	,889	-,197
			Fuentes externas.	,791	-,496
		ASIM.	I+D /empresa	,879	-,340
			Doct. y mag./personal en ACTI	,553	,794

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,770	55,406	55,406	2,770	55,406	55,406
2	1,698	33,964	89,370	1,698	33,964	89,370
3	,253	5,063	94,434			
4	,168	3,366	97,800			
5	,110	2,200	100,000			

Fuente: resultados ACP en el software SPSS 22, a partir de la encuesta EDIT VII.

Para el caso de la CA realizada, el factor 1 aporta el 52 % de varianza y representa básicamente la capacidad de transformación, representada en sus tres variables: cooperación en ACTI, fuentes internas y gasto en formación.

Tabla 4.3. Resultados ACP dimensión CA realizada: KMO, prueba Bartlett, matriz de componentes y varianza total explicada

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.	0,541	CA	Variables	Componente	
Prueba de Chi-cuadrado de esfericidad de Bartlett	62,598			1	2
g/	6	TRANS	Cooperación en ACTI	,929	-,130
Sig.	,000		Fuentes Internas	,828	-,349
			Gasto en formación y cap.	,714	,368
		EXPLOT	Reg. propiedad intel.	,161	,912

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,084	52,093	52,093	2,084	52,093	52,093
2	1,105	27,620	79,712	1,105	27,620	79,712
3	,608	15,203	94,915			
4	,203	5,085	100,000			

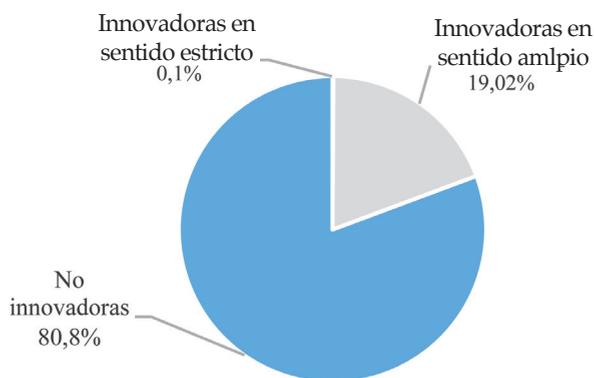
Fuente: resultados ACP en el software SPSS 22, a partir de la encuesta EDIT VII.

Las puntuaciones obtenidas en cada ACP se tomaron para realizar el análisis por conglomerados, de los cuales se obtuvieron cuatro patrones sectoriales de la industria en Colombia. Cada uno de estos conglomerados o clústeres representan un tipo de patrón sectorial, en términos de capacidad de absorción para la industria colombiana.

4.3. ANÁLISIS DEL SECTOR MANUFACTURERO INNOVADOR COLOMBIANO

Los resultados generales de la EDIT 2013-2014 indican que de las 8835 empresas que participaron en el estudio, tan solo 1710 (19,2 %) reconocieron haber obtenido algún tipo de innovación. Aún más crítico resulta el hecho que apenas 9 (0,1 %) empresas lograron innovaciones en sentido estricto, es decir, innovaciones de carácter internacional, lo que indica que la gran mayoría de las innovaciones del sector manufacturero en Colombia repercuten solo a nivel de la empresa y nacionalmente.

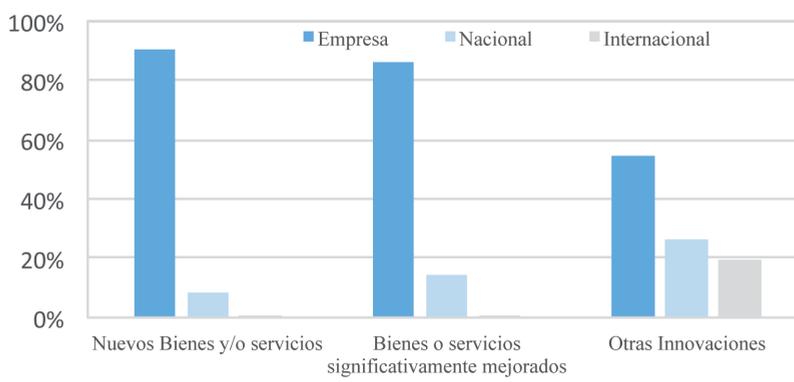
Gráfico 4.2. Participación empresas manufactureras innovadoras y no innovadoras, 2013-2014



Fuente: elaboración autores a partir de la encuesta EDIT VII (2013-2014).

El gráfico 4.2 ilustra de manera más general el panorama de la innovación en las empresas manufactureras. Así, el 80,8 % de las empresas están categorizadas como no innovadoras y solo 19,2 % son consideradas como innovadoras en sentido amplio. Únicamente 0,1 % de las empresas es categorizado como innovadoras en sentido estricto. Más en detalle, el gráfico 2 muestra los tipos de innovación lograda y sus contextos de impacto.

Gráfico 4.3. Tipo de innovación lograda, 2013-2014



Fuente: elaboración autores a partir de la encuesta EDIT VII (2013-2014).

Como se aprecia, en la mayoría de los casos las innovaciones no inciden más allá del ámbito de sus empresas, pues tienen lugar en la producción de nuevos bienes y servicios y, muy seguidamente, en la producción de mejoras significativas a bienes o servicios ya existentes en el mercado.

Los logros en innovación dependen en gran medida de la absorción e interacción de conocimientos a nivel interno y externo en la empresa. Una de las fuentes que más destaca la literatura sobre innovación empresarial es la existencia de departamentos de I+D al interior de estas. El gráfico 4.4 permite apreciar la cantidad de empresas que conforman el sector y el porcentaje de estas que poseen un Departamento de I+D.

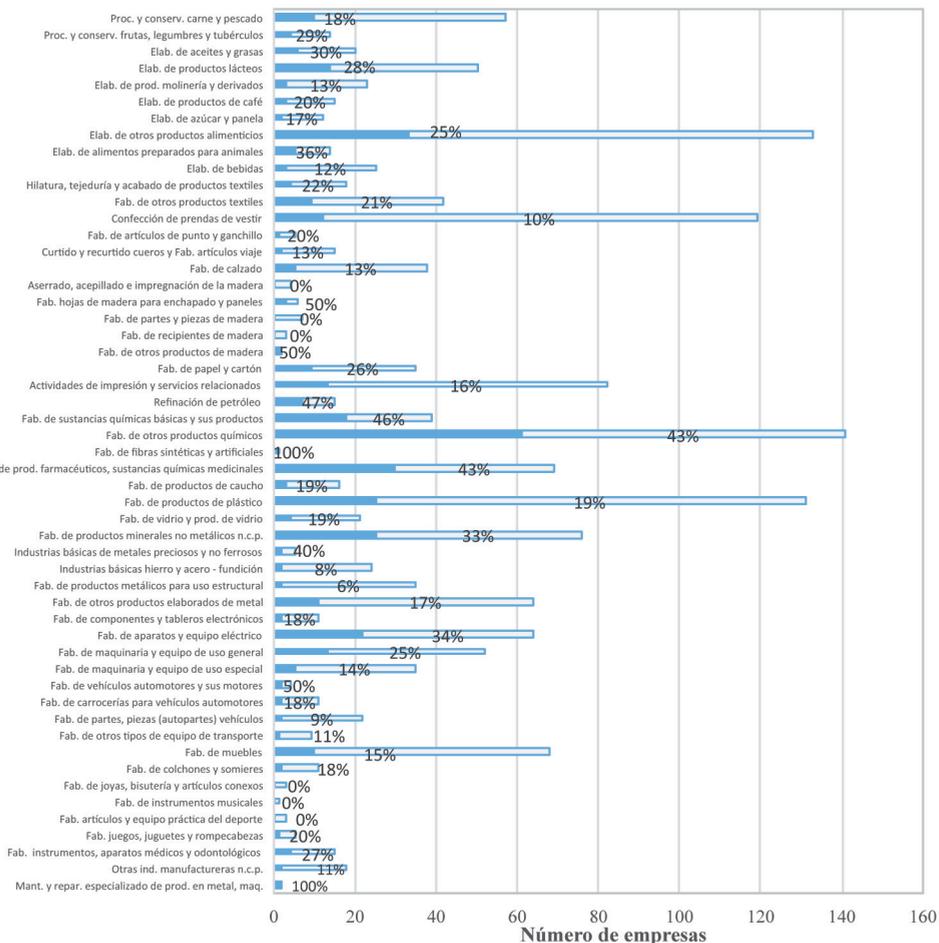
Al revisar 1710²² empresas innovadoras para cada uno de los 53 sectores industriales, 403 (24 %) poseen un Departamento de I+D, entre los que se destacan los sectores de fabricación de otros productos químicos, elaboración de otros productos alimenticios y fabricación de productos farmacéuticos con 61, 33 y 30 empresas con unidades de investigación, respectivamente, es decir, juntos concentran el 30 % del total que se posee en el sector manufacturero colombiano.

Si se revisan en general todas las fuentes internas de conocimiento para las empresas innovadoras en Colombia, los departamentos de I+D no son precisamente los más importantes. Las orientaciones y conocimientos de los directivos y otros departamentos de la empresa como Producción y Ventas suelen tener mayor relevancia. De todas las fuentes internas de conocimiento potencialmente útiles para innovación que se tomaron, los directivos representaron el 28 % frente a un 8 % que representaron las unidades de I+D.

En cuanto a las principales fuentes de conocimiento externo, las empresas innovadoras del sector industrial acogieron principalmente la proveniente de clientes, internet y proveedores. Asimismo,

22 Para el análisis por sectores, el DANE no logró clasificar bajo la codificación CIUU 4 A.C. a 40 empresas, por lo cual solo se trabajó en este estudio con 1710.

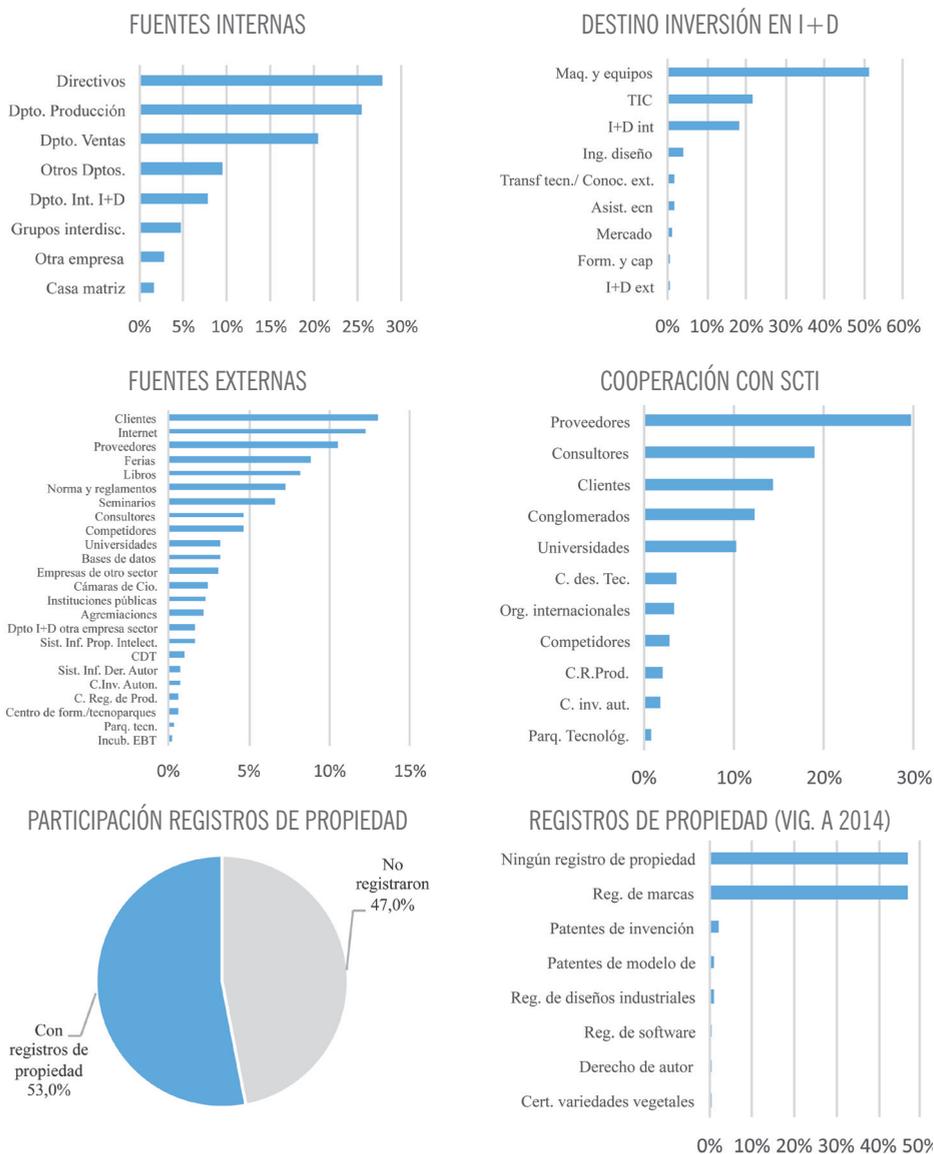
Gráfico 4.4. Totales y participación de empresas con departamento de I+D por sector industrial, 2013-2014



Fuente: elaboración autores a partir de la encuesta EDIT VII (2013-2014).

preferen la participación activa con otras empresas o entidades no comerciales en proyectos conjuntos de I+D u otro tipo de actividades, es decir, la cooperación con agentes del Sistema Ciencia, Tecnología e Innovación (SCTI) se establece principalmente con proveedores y consultores, incluso por encima de las universidades. El 51 % de las inversiones en I+D del sector manufacturero innovador fueron dirigidas, entre 2013 y 2014, a la adquisición de maquinaria y equipos, es decir, unos 52 millones de dólares. En cuanto a registros de propiedad, el 88 % corresponde a registro de marcas, lo anterior teniendo en cuenta que solo el 53 % de las industrias realizaron algún tipo de registro.

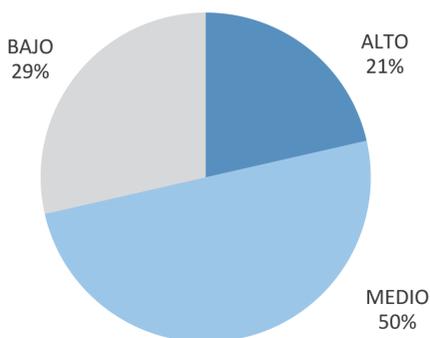
Gráfico 4.5. Participación actividades realizadas con fuentes de información, cooperación, inversión en I+D y registros de propiedad intelectual sector industrial, 2013-2014



Fuente: elaboración autores a partir de la encuesta EDIT VII (2013-2014).

De manera consistente con el comportamiento del fenómeno innovador descrito hasta aquí, el gráfico 4.6 evidencia el nivel de impacto de las innovaciones logradas en el sector manufacturero. La mayoría de las empresas que registran innovaciones (50 %), se caracterizan por un nivel medio de impacto, seguidas, aunque con amplio margen de diferencia, por aquellas con un impacto de bajo nivel (29 %). Solo el 21 % de las innovaciones desarrolladas por empresas del sector manufacturero han tenido un alto impacto en los mercados.

Gráfico 4.6. Sector manufacturero innovador por nivel de impacto de las innovaciones obtenidas



Fuente: elaboración autores a partir de la encuesta EDIT VII (2013-2014).

Esto se verifica con mayor detalle en la tabla 4.4, que muestra como en la mayoría de los sectores, los impactos de las innovaciones se acumulan en los niveles medio y bajo. Sectores como elaboración de aceites y grasas (CIUU-103); elaboración de productos de café (CIUU-106); elaboración de azúcar y panela (CIUU-107); elaboración de otros productos alimenticios (CIUU-108); elaboración de alimentos preparados para animales (CIUU-109); elaboración de bebidas (CIUU-110); confección de prendas de vestir (CIUU-141); fabricación de artículos de punto y ganchillo (CIUU-143); fabricación de recipientes de madera (CIUU-164); fabricación de otros artículos de madera (CIUU-169); coquización y refinación de petróleo; fabricación de otros productos químicos (CIUU-202); fabricación productos de caucho (CIUU-221); industria del hierro y acero (CIUU-240); fabricación de motores de vehículos (CIUU-291) y fabricación de instrumentos musicales (CIUU-322) lograron innovaciones, pero la mayoría fueron de un impacto bajo, o incluso nulo.

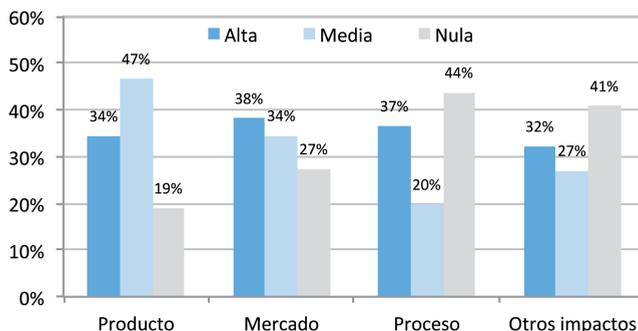
Tabla 4.4. Subsectores industriales por nivel de impacto de las innovaciones obtenidas

CIUU	Sectores industriales	Nivel de impacto		
		ALTO	MEDIO	BAJO
101	Procesamiento y conservación de carne y pescado.	—	—	—
102	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos.	—	—	—
103	Elaboración de aceites y grasas.	—	—	—
104	Elaboración de productos lácteos.	—	—	—
105	Elaboración de productos de molinería, almidones y sus derivados	—	—	—
106	Elaboración de productos de café.	—	—	—
107	Elaboración de azúcar y panela.	—	—	—
108	Elaboración de otros productos alimenticios.	—	—	—
109	Elaboración de alimentos preparados para animales.	—	—	—
110	Elaboración de bebidas.	—	—	—
131	Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles.	—	—	—
139	Fabricación de otros productos textiles.	—	—	—
141	Confección de prendas de vestir.	—	—	—
143	Fabricación de artículos de punto y ganchillo.	—	—	—
151	Curtido y recurtido de cueros y fabricación de artículos de viaje.	—	—	—
152	Fabricación de calzado.	—	—	—
161	Aserrado, acepillado e impregnación de la madera	—	—	—
162	Fabricación de hojas de madera para enchapado, tableros y paneles.	—	—	—
163	Fabricación de partes y piezas de madera.	—	—	—
164	Fabricación de recipientes de madera.	—	—	—
169	Fabricación de otros productos de madera.	—	—	—
170	Fabricación de papel y cartón.	—	—	—
181	Actividades de impresión y servicios relacionados.	—	—	—
190	Coquización, refinación de petróleo y mezcla de combustibles.	—	—	—
201	Fabricación de sustancias químicas básicas y sus productos.	—	—	—
202	Fabricación de otros productos químicos.	—	—	—
203	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales.	—	—	—
2100	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales.	—	—	—
221	Fabricación de productos de caucho.	—	—	—
222	Fabricación de productos de plástico.	—	—	—
231	Fabricación de vidrio y productos de vidrio.	—	—	—
239	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.	—	—	—
242	Industrias básicas de metales preciosos y no ferrosos	—	—	—
241-243	Industrias básicas de hierro y acero - fundición de metales.	—	—	—
251	Fabricación de productos metálicos para uso estructural.	—	—	—
259	Fabricación de otros productos elaborados de metal	—	—	—
260	Fabricación de componentes y tableros electrónicos.	—	—	—
270	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico.	—	—	—
281	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general.	—	—	—
282	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial.	—	—	—
291	Fabricación de vehículos automotores y sus motores.	—	—	—
292	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores.	—	—	—
293	Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios para vehículos.	—	—	—
309	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte.	—	—	—
311	Fabricación de muebles.	—	—	—
312	Fabricación de colchones y somieres.	—	—	—
321	Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos.	—	—	—
322	Fabricación de instrumentos musicales.	—	—	—
323	Fabricación de artículos y equipo para la práctica del deporte.	—	—	—
324	Fabricación de juegos, juguetes y rompecabezas	—	—	—
325	Fabricación de instrumentos, aparatos y materiales médicos y odontológicos.	—	—	—
329	Otras industrias manufactureras n.c.p.	—	—	—
331	Mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal y de	—	—	—

Fuente: elaboración autores a partir de la encuesta EDIT VII (2013-2014).

Finalmente, el gráfico 4.7 permite ratificar que las innovaciones más representativas en el contexto manufacturero tienen un nivel medio de impacto y corresponden a productos (47 %). Siguiendo el grueso de las innovaciones, se aprecia de manera significativa que aquellas cuyo nivel de impacto es nulo están relacionadas con procesos y otros impactos (44 % y 41 %, respectivamente).

Gráfico 4.7. Sector manufacturero innovador, tipo de innovación y su impacto



Fuente: Elaboración autores a partir de la encuesta EDIT VII (2013-2014).

4.4 ANÁLISIS EMPÍRICO

Aunque un número significativo de estudios empíricos han utilizado la CA, todavía no se ha establecido una medida estandarizada aplicable que integre sus diversos aspectos (Lewandowska, 2015, 39). En esta investigación, partiendo de lo descrito por Zahra y George (2002) y de la información de la EDIT VII, se tomaron a manera de proxi, las frecuencias de las rutinas para obtener conocimiento, tanto a nivel interno como externo, los registros de propiedad intelectual y las inversiones en ACTI que realizan las empresas del sector manufacturero, las cuales pueden considerarse una medida objetiva de las rutinas de relacionamiento, registros obtenidos y de recursos destinados, todas referidas a procesos de CA. En este sentido, se emplea un conjunto de diez variables que registra la encuesta EDIT VII, y que se tomaron para medir la CA, así:

- **Inversión en actividades de I+D:** Una de las variables tipo proxies más empleadas en diversos estudios empíricos sobre CA muestra las inversiones en I+D, tal como lo hicieron Cohen y Levinthal (1989), y también es ampliamente utilizada por otros investigadores (Stock et al. 2001; Tsai, 2001; Zahra y Hayton, 2008; George et al., 2001), quienes subrayan el papel de la inversión en I+D tanto en la CA como en la generación de nuevos conocimientos.

- **Inversiones en ACTI:** Diversos estudios suelen incluir inversiones en otras actividades de CTI que conlleven a producir, promover, difundir y/o aplicar conocimientos científicos y técnicos; así como también el desarrollo o introducción de bienes o servicios nuevos, o significativamente mejorados; de procesos nuevos, o significativamente mejorados; de métodos organizativos nuevos; o de técnicas de comercialización nuevas. Suelen incluirse la adquisición de maquinarias y equi-

pos e infraestructura (Cassiman y Veugelers, 2006), dotaciones en TIC, transferencia tecnológica, asistencia técnica y diseño (Cohen y Levinthal, 1990; Lichtenthaler y Ernst, 2007), entre otras.

- **Fuentes externas:** La realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación en la empresa, depende en parte de la diversidad y estructura de las relaciones que ella establece con otras organizaciones (públicas, privadas o mixtas) y del grado de utilización de fuentes de información para proveerse de nuevas ideas para desarrollar o implementar innovaciones. Estas relaciones pueden ser con fuentes externas a la empresa, es decir, organizaciones o industrias que no pertenecen al grupo empresarial, o provenir de medios de información de libre acceso. La literatura empírica destaca la asimilación del conocimiento externo como una de las capacidades de absorción más importantes (Zahra y George, 2002, 189; Murovec y Prodan, 2009; Bittencourt y Giglio, 2013).

- **Unidades de I+D:** Una de las fuentes que más destaca la literatura sobre innovación empresarial es la existencia de departamentos de I+D en su interior. Si bien su existencia no asegura la generación de innovaciones y por ello, algunos trabajos poseen resultados en diferentes vías, si se revisan los resultados de las empresas más innovadoras a nivel mundial, todas poseen unidades de I+D.

- **Personal con doctorado y maestría en ACTI:** El nivel de capacidad de absorción de una empresa depende del nivel general de educación, experiencia y capacitación de sus empleados, que va reflejándose en la naturaleza acumulativa del conocimiento (Petroni y Panciroli, 2002)

- **Cooperación para la realización de ACTI:** Las empresas con una CA altamente desarrollada tienen más interacciones con centros de investigación y universidades que las empresas con menor CA. Esta suposición se deriva de las conclusiones de Cohen y Levinthal (1990, 152), con respecto a que una empresa en esas condiciones es más capaz de adquirir y utilizar el conocimiento externo de las áreas sobre las cuales tiene alguna experiencia previa o conocimiento relacionado. wiatowiec-Szczepaska (2012), utilizando la definición clásica de Cohen y Levinthal, sostiene que la CA es inevitable en el proceso de intercambio de conocimientos entre empresas en redes y, por lo tanto, repercute positivamente en el potencial de capital relacional. Esto no puede ser generado por ninguna de las empresas de manera aislada y que “sólo puede crearse a través de las contribuciones idiosincrásicas conjuntas de los aliados específicos de la alianza” (Dyer y Singh, 1998, 662).

- **Fuentes internas:** El relacionamiento y flujo de conocimiento entre las diferentes áreas de la empresa favorece la absorción de conocimiento potencialmente utilizable para mejoras e innovaciones (Murovec y Prodan, 2009; Bittencourt y Giglio, 2013). La CA de una empresa no es solo la suma de las CA de sus empleados, sino que también se basa en “transferencias de conocimiento a través y dentro de subunidades de las empresas” (Cohen, Levinthal, 1990, 129).

- **Gasto en Formación y Capacitación:** El capital humano en ACTI es otra medida basada en los insumos de CA que captura la naturaleza de la capacidad de absorción derivada de trabajos posteriores de Cohen y Levinthal (1990). Se supone que los empleados mejor educados y capacitados poseen la mayor capacidad de asimilar y utilizar nuevos conocimientos.

- **Registros de propiedad intelectual.** La medida más utilizada de CA en el grupo de indicadores orientados a la producción es el número de patentes en bruto. Cabe señalar, sin embargo, que, en gran parte de

la literatura, el número de patentes sin procesar sigue siendo generalmente aceptado como uno de los indicadores más apropiados del desempeño inventivo o innovador de la empresa en términos de nuevas tecnologías, nuevos procesos y nuevos productos (Freeman y Soete, 1997; Kowalski y Michorowska, 2013).

En línea con este grupo de variables, se identificó su relación con preguntas contenidas en la Encuesta EDIT VII. La Tabla 4.5 permite observar la operacionalización de las diferentes variables.

Tabla 4.5. Operacionalización de variables de capacidad de absorción

Absorción	Tipo	Variable de CA	Descripción	Sigla
POTENCIAL	ADQUISICIÓN	Inversión en I+D	Promedio por subsector industrial de lo invertido en actividades de I+D internas y externas de creación sistemática llevadas a cabo dentro de la empresa y con otros organismos externos con el fin de aumentar el volumen de conocimientos y su utilización para idear y validar bienes, servicios o procesos nuevos o significativamente mejorados.	II+D
		Otras inversiones en ACTI	Promedio por subsector industrial de otras inversiones relacionadas con adquisición de maquinaria y equipo; TIC; transferencia de tecnología; asistencia técnica, ingeniería y diseño industrial para la introducción de bienes o servicios nuevos; o significativamente mejorados; y/o la implementación de procesos nuevos, o significativamente mejorados; de métodos organizativos nuevos, o de técnicas de comercialización nuevas.	OI
		Fuentes externas	Promedio por subsector industrial de las fuentes externas de información y conocimiento importantes como origen de ideas para desarrollar o implementar bienes o servicios nuevos, o significativamente mejorados; procesos nuevos, o significativamente mejorados; métodos organizativos nuevos, o técnicas de comercialización nuevas.	FE
REALIZADA	ASIMILACIÓN	Unidades de I+D	Porcentaje de empresas innovadoras con unidades de I+D del total innovadoras en cada subsector.	I+D
		Personal con PhD. y maestría. en ACTI	Promedio por subsector industrial de doctores y magísteres sobre el total personal dedicados a ACTI.	PDM
	TRANSFORMACIÓN	Cooperación	Promedio por subsector industrial de cooperación activa para la realización de ACTI con otras empresas o entidades no comerciales en proyectos conjuntos del I+D u otro tipo de actividades.	COOP
		Fuentes internas	Promedio sectorial de las fuentes internas de información y conocimiento importantes como origen de ideas para desarrollar o implementar bienes o servicios nuevos, o significativamente mejorados; procesos nuevos, o significativamente mejorados; métodos organizativos nuevos, o técnicas de comercialización nuevas.	FI
EXPLOTACIÓN	Gasto en formación y capacitación	Promedio sectorial invertido en formación de personal, sea interna o externa, destinada específicamente a la introducción de productos nuevos, o significativamente mejorados; y/o la implementación de procesos nuevos, o significativamente mejorados; de métodos organizativos nuevos, o de técnicas de comercialización nuevas.	GFC	
	Registros de propiedad intelectual	Promedio sectorial de los registros de derechos de propiedad intelectual vigentes a diciembre de 2014 como patentes de invención, patentes de modelo de utilidad, derecho de autor, registros de software, registros de diseños industriales, registros de marcas y certificados de obtentor de variedades vegetales.	RPI	

Fuente: elaboración autores a partir de la EDIT VII.

4.4.1 Análisis descriptivo por subsectores manufactureros

En términos de frecuencias de las variables relacionadas con CA, en el sector manufacturero existen tres subsectores que sobresalen ampliamente sobre los otros cincuenta. El más destacado en Colombia es el subsector de fabricación de fibras sintéticas y artificiales (CIUU-203), que registra las mayores inversiones en ACTI, unos 38.272 millones de pesos entre 2013 y 2014. También se destaca al ser uno de los que realiza mayores actividades de cooperación en ACTI, frecuencia a nivel de fuentes internas y presentar más innovaciones de alto impacto.

Algo similar sucede con el subsector industrial Mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal y de maquinaria y equipo (CIUU-330), destacándose además como uno de los que más realiza gastos en formación y capacitación de personal para ACTI, alrededor de 296 millones de pesos en este periodo, aunque es uno de cinco subsectores en Colombia cuyas industrias no poseen ningún tipo de registro de propiedad intelectual. Finalmente, el subsector coquización, refinación de petróleo y mezcla de combustibles (CIUU-190) realiza las mayores inversiones en actividades de I+D, con 30.506 millones de pesos entre los años 2013 y 2014, seguido de lejos del sector de fabricación de papel y cartón (CIUU-170), que invirtió 2.607 millones de pesos para ese mismo período.

Otro subsector destacado es la fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales (CIUU-210), que posee los mayores promedios de registro de propiedad intelectual, rasgo característico de esta industria donde el registro de patentes es clave para la producción de medicamentos. Por su parte, el subsector elaboración de azúcar y panela (CIUU-107) alberga la mayor proporción de empresas innovadoras que integran un sector en el país, es decir, posee la mayor tasa de innovación sectorial. En contraste, fabricación de instrumentos musicales (CIUU-322); fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos (CIUU-321); fabricación de artículos de punto y ganchillo (CIUU-143) y fabricación de otros productos de madera (CIUU-169) fueron, en ese orden, los subsectores manufactureros en Colombia con menores frecuencias promedio en actividades relacionadas con CA. Estos resultados generales dejan ver una asimétrica distribución de las diferentes CA dentro de la industria manufacturera innovadora colombiana, es decir, un grupo de tres o cuatro subsectores con fuertes CA (ver tabla 4.6).

Tabla 4.6. Promedio por empresa de las actividades relacionadas absorción por subsectores industriales en Colombia

Ítem	CIUU	SUBSECTORES INDUSTRIALES	CAPACIDADES POTENCIALES										CAPACIDADES REALIZADAS				
			INNOVACIÓN					ADQUISICIÓN					TRANSFORMACIÓN				EXPLOT.
			TIS	IA	II+D*	OI*	FE	I+D	PDM	COOP	FI	GFC*	RPI				
1	101	Procesamiento de carne y pescado	30,0%	3,61	0,00	1,02	4,42	18%	0,02	1,96	3,00	0,0020	1,4386				
2	102	Procesamiento de frutas	23,0%	3,79	0,02	0,74	4,21	29%	0,01	2,07	3,00	0,0000	3,4286				
3	103	Elaboración de aceites y grasas	26,7%	3,00	0,83	5,76	3,10	30%	0,05	1,60	3,00	0,0073	18,1000				
4	104	Elaboración de productos lácteos	32,9%	4,60	0,38	2,62	4,00	28%	0,05	3,86	2,94	0,0148	19,0000				
5	105	Elaboración de productos de molinería, almidones y derivados	17,2%	2,57	0,07	1,27	2,65	13%	0,06	1,39	2,78	0,0039	18,3913				
6	106	Elaboración de productos de café	22,1%	2,87	0,50	0,26	3,87	20%	0,08	1,60	2,93	0,0036	2,0000				
7	107	Elaboración de azúcar y panela	34,3%	1,92	0,04	6,56	4,17	17%	0,06	2,92	2,67	0,0582	30,4167				
8	108	Elaboración de otros productos alimenticios	18,5%	3,30	0,16	1,53	3,89	25%	0,04	1,72	2,79	0,0062	46,2180				
9	109	Elaboración de alimentos preparados para animales	25,9%	3,64	0,24	0,14	6,43	36%	0,04	2,79	3,14	0,0026	23,2143				
10	110	Elaboración de bebidas	23,4%	3,52	0,62	8,67	3,36	12%	0,03	1,60	2,68	0,0000	56,6800				
11	131	Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles	14,5%	4,50	0,07	0,32	4,89	22%	0,01	1,44	3,00	0,0001	6,6111				
12	139	Fabricación de otros productos textiles	21,4%	2,88	0,04	0,80	3,71	21%	0,05	2,24	2,98	0,0054	2,7857				
13	141	Confección de prendas de vestir	12,1%	3,15	0,00	0,36	2,88	10%	0,01	1,06	2,47	0,0015	1,2101				
14	143	Fabricación de artículos de punto y ganchillo	11,1%	3,60	0,00	0,17	2,00	20%	0,00	0,00	2,20	0,0000	0,6000				
15	151	Curtido y recurtido de cueros y fabricación artículos viaje	12,2%	3,80	0,08	0,43	3,40	13%	0,01	2,13	2,60	0,0451	2,2000				
16	152	Fabricación de calzado	15,4%	3,16	0,01	0,18	3,03	13%	0,02	0,55	2,08	0,0039	8,7632				
17	161	Aserrado, acepillado e impregnación de la madera	6,3%	2,50	0,00	0,03	2,50	0%	0,06	0,75	2,75	0,0000	0,2500				
18	162	Fabricación de hojas de madera para enchapado y paneles	30,0%	3,83	0,06	1,43	4,00	50%	0,08	3,50	3,00	0,0000	0,0000				
19	163	Fabricación de partes y piezas de madera.	17,9%	1,71	0,00	0,22	3,29	0%	0,00	0,86	2,29	0,0014	0,0000				
20	164	Fabricación de recipientes de madera.	7,5%	3,67	0,00	0,22	2,67	0%	0,07	0,00	2,00	0,0042	0,3333				
21	169	Fabricación de otros productos de madera.	8,0%	1,00	0,00	0,01	6,00	50%	0,00	2,00	4,00	0,0000	1,5000				
22	170	Fabricación de papel y cartón.	26,3%	3,20	2,61	8,18	4,03	26%	0,14	2,71	2,83	0,3972	43,2286				
23	181	Actividades de impresión y servicios relacionados.	17,0%	3,84	0,13	0,70	3,00	16%	0,02	1,05	2,49	0,0075	3,0122				
24	190	Refinación de petróleo y mezcla combustibles.	25,4%	3,53	30,51	18,87	4,20	47%	0,39	3,00	3,60	0,0229	19,9333				
25	201	Fabricación de sustancias químicas básicas y sus productos.	25,2%	2,95	0,37	1,62	5,77	46%	0,08	3,77	3,56	0,0096	8,3333				
26	202	Fabricación de otros productos químicos.	32,5%	3,72	1,36	18,86	4,94	43%	0,06	2,08	3,02	0,0228	15,6667				
27	203	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales.	14,3%	8,00	0,00	38,27	15,00	100%	0,00	7,00	4,00	0,0000	0,0000				
28	2100	Fabricación productos farmacéuticos, sustancias medicinales.	33,0%	3,83	0,44	0,60	5,30	43%	0,03	2,41	2,88	0,0197	78,3333				

Ítem	CIUU	SUBSECTORES INDUSTRIALES	INNOVACIÓN				CAPACIDADES POTENCIALES					CAPACIDADES REALIZADAS			
			ADQUISICIÓN		ASIMILACIÓN		TRANSFORMACIÓN		EXPLOT.						
			TIS	IA	II+D*	OI*	FE	I+D	PDM	COOP	FI	GFC*	RPI		
29	221	Fabricación de productos de caucho.	16,5%	2,75	0,09	1,07	6,69	19%	0,05	2,50	3,13	0,0022	5,0625		
30	222	Fabricación de productos de plástico.	20,0%	3,64	0,04	0,99	3,10	19%	0,02	0,87	2,69	0,0051	1,2214		
31	231	Fabricación de vidrio y productos de vidrio.	27,6%	3,76	0,00	1,68	3,43	19%	0,02	1,62	2,81	0,0006	0,4286		
32	239	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.	22,4%	3,53	0,48	4,90	5,01	33%	0,05	2,83	3,24	0,0123	6,8158		
33	242	Industrias básicas de metales preciosos y no ferrosos.	11,4%	5,20	0,12	1,78	4,80	40%	0,01	2,60	4,00	0,0063	2,0000		
34	241-243	Industrias básicas de hierro y acero-fundición de metales.	17,9%	3,83	0,03	4,33	2,29	8%	0,03	1,17	2,54	0,0404	0,3333		
35	251	Fabricación de productos metálicos para uso estructural.	12,6%	3,49	0,00	0,18	3,66	6%	0,01	1,46	2,11	0,0022	0,5429		
36	259	Fabricación de otros productos elaborados de metal.	14,9%	3,36	0,06	0,37	3,77	17%	0,03	1,38	2,88	0,0063	3,9219		
37	260	Fabricación de componentes y tableros electrónicos.	37,9%	5,91	0,04	0,47	1,64	18%	0,02	0,00	2,27	0,0080	0,5465		
38	270	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico.	29,9%	4,77	0,99	2,26	5,27	34%	0,03	2,06	2,98	0,0082	5,1094		
39	281	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general.	20,3%	3,40	0,04	0,30	3,83	25%	0,04	0,94	2,79	0,0047	1,0000		
40	282	Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial.	12,4%	2,94	0,05	0,21	3,23	14%	0,07	1,17	2,57	0,0013	1,0000		
41	291	Fabricación de vehículos automotores y sus motores.	25,0%	3,25	0,12	6,99	3,25	50%	0,03	2,50	3,50	0,0000	0,0000		
42	292	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores.	14,1%	4,45	0,00	0,34	3,27	18%	0,04	0,64	3,27	0,0005	1,0909		
43	293	Fabricación de autopartes y accesorios para vehículos.	18,8%	3,64	0,02	0,17	3,59	9%	0,01	1,36	2,41	0,0029	0,4091		
44	300	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte.	22,0%	3,56	0,41	1,41	5,00	11%	0,00	4,00	2,89	0,0158	20,4444		
45	311	Fabricación de muebles.	15,7%	3,49	0,00	0,28	3,41	15%	0,04	0,88	2,72	0,0023	1,3382		
46	312	Fabricación de colchones y somieres.	24,4%	4,55	0,00	0,57	4,73	18%	0,01	1,91	3,27	0,0018	5,7273		
47	321	Fabricación de pajas, bisutería y artículos conexos.	12,0%	1,67	0,00	0,14	2,00	0%	0,00	0,00	3,00	0,0000	0,0000		
48	322	Fabricación de instrumentos musicales.	25,0%	0,20	0,00	0,00	0,00	0%	0,00	0,00	2,00	0,0000	0,0000		
49	323	Fabricación de artículos y equipo para la práctica del deporte.	23,1%	4,33	0,00	0,04	0,67	0%	0,00	0,00	1,33	0,0000	19,6667		
50	324	Fabricación de juegos, juguetes y rompecabezas.	15,2%	5,00	0,32	0,85	2,40	20%	0,00	1,20	2,20	0,0000	16,2000		
51	325	Fabricación de instrumentos y materiales médicos.	20,5%	4,07	0,19	0,46	4,00	27%	0,08	1,73	2,53	0,0048	1,7333		
52	329	Otras industrias manufactureras n.c.p.	14,0%	3,83	0,05	0,10	2,56	11%	0,01	0,17	2,78	0,0015	3,7222		
53	330	Productos elaborados en metal y de maquinaria y equipo.	6,9%	3,00	0,48	37,04	9,50	100%	0,06	13,50	5,00	0,2960	0,0000		

* Valores en miles de millones de pesos desembolsados entre 2013 y 2014.

Fuente: elaboración autores a partir de Encuesta EDIT VII 2013-2014.

4.4.2 Análisis de correlación

En la práctica, ¿existe alguna asociación entre las diferentes variables relacionadas con la capacidad de absorción e innovación en el sector manufacturero en Colombia? La evidencia descriptiva preliminar parece indicar que los subsectores industriales que poseen mejores valores en las variables relacionadas con capacidades de absorción tienden a poseer mayores resultados en innovación.

Un análisis de correlación entre las diferentes variables puede entregar mayor evidencia estadística al respecto. Este tipo de asociaciones comúnmente son utilizadas por diversos trabajos empíricos para tales fines. Aunque no se pretende determinar o realizar debates sobre causalidad, estas relaciones brindan resultados importantes:

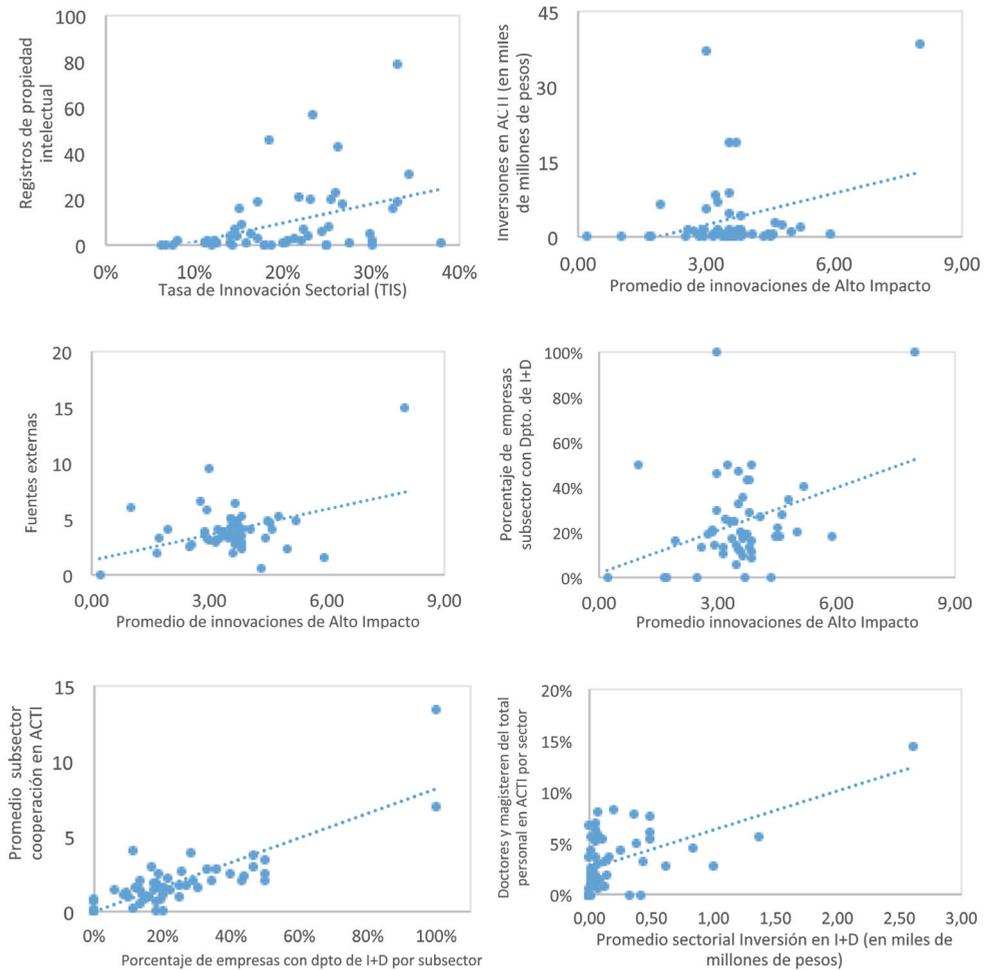
- La capacidad de absorción de asimilación mostró los mayores niveles de correlación (0,884) y significancia expresada en proporción de doctores y magíster del personal en ACTI con que cuenta la empresa frente a la inversión en I+D, lo que puede indicar que una mayor presencia de personal con altos niveles de formación propicia o condiciona mayores inversiones para actividades de I+D internas y externas. También se destaca la proporción de empresas por subsector industrial que poseen unidades de I+D frente a las fuentes externas de información y conocimiento como origen de ideas para desarrollar o implementar bienes o servicios, procesos o técnicas de comercialización nuevos, o significativamente mejorados, durante el periodo 2013-2014. La existencia de departamentos de I+D puede estar propiciando positivamente (0,815) las relaciones con los actores del SNCTI.

- Dentro de las capacidades de transformación, la cooperación para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación guardó una importante relación con la existencia de departamentos de I+D (0,817); otras inversiones en ACTI (0,782); las fuentes externas (0,760); fuentes internas (0,748) y el gasto en formación del personal en ACTI (0,530).

- La capacidad de explotación, representada en las actividades en la cantidad de registros de propiedad intelectual, solo mostró guardar relación (0,230) con el gasto en formación del personal en ACTI. El hecho de no estar asociado con otras variables de capacidad de absorción posiblemente puede explicarse al bajo registro de propiedad que muestra en general la industria en Colombia, es decir, en los escasos resultados en innovaciones y sus inscripciones.

- Finalmente, en relación con las variables de innovación contempladas en este estudio, la tasa de innovación sectorial mostró estar estrechamente asociada a los registros de propiedad intelectual, mientras que los logros en innovación que generaron alto impacto en la empresa parecen guardar relación entre las empresas y los actores externos, la existencia de unidades I+D y otras inversiones en ACTI, como adquisición de maquinarias y TIC, consultorías, ingeniería y diseño y mercadotecnia, entre otras.

Gráfico 4.8. Relación entre variables de capacidad de absorción e innovación en el sector manufacturero de Colombia



Fuente: elaboración autores a partir de encuesta EDIT VII 2013-2014, en el software SPSS 22.

Tabla 4.7. Correlaciones entre variables relacionadas con capacidad de absorción e innovación en el sector manufacturero en Colombia

	Variables de capacidad de absorción	Inversión en I+D	Otras inversiones ACTI	Ftes. externas	Dptos I+D (%)	DYM/ personal ACTI	Cooperac.	Ftes internas	Gasto formación ACTI	Reg. prop. intelect.	TIS	Impacto alto innov.
POTENCIAL	Inversión en I+D	1	,298**	,026	,174	,884***	,091	,188	,077	,137	,132	,002
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,030	,854	,212	,000	,516	,177	,584	,326	,344	,987
	Otras Inversiones ACTI	,298**	1	,714***	,781**	,300**	,782***	,595***	,443	,054	-,019	,308**
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,030	,000	,000	,029	,000	,000	,001	,699	,894	,025
ASIMILACIÓN	Ftes. externas	,026	,714***	1	,815***	,064	,760***	,718***	,215	,034	-,064	,410***
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,000	,854	,000	,649	,000	,000	,123	,810	,651	,002
	Dptos. I+D (%)	,174	,781**	,815***	1	,226	,817***	,804***	,317**	,050	,078	,357***
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,212	,000	,000	,104	,000	,000	,021	,720	,579	,009
TRANSFORMACIÓN	DYM/ personal ACTI	,884***	,300**	,064	,226	1	,184	,234*	,279**	,186	,193	-,065
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,029	,649	,104	,000	,187	,091	,043	,181	,166	,646
	Cooperac.	,091	,782***	,760***	,817***	,184	1	,748***	,530***	,058	-,015	,177
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,187	,000	,000	,000	,682	,913	,205
REALIZADA	Ftes Internas	,188	,595***	,718***	,804***	,234*	,748***	1	,294**	-,053	-,086	,107
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,091	,000	,000	,032	,709	,543	,445
	Gasto form. ACTI	,077	,443***	,215	,317**	,279**	,530***	,294**	1	,230*	-,001	-,078
	Correlación Pearson Sig. (bilateral)		,001	,123	,021	,043	,000	,032	,230*	,097	,992	,579
EXPLOTACIÓN	Reg. prop. intelect.	,137	,054	,034	,050	,186	,058	,053	,230*	1	,400***	-,007
	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)		,699	,810	,720	,181	,682	,709	,097	,003	,962	

* La correlación es significativa al nivel 0,10 (bilateral)

** La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

*** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Fuente: Elaboración autores a partir de Encuesta EDIT VII 2013-2014, en el software SPSS 22.

4.4.3 Análisis por patrones sectoriales de la industria

Los patrones sectoriales construidos para este estudio surgen a partir de las diferencias intersectoriales de comportamientos innovadores y las variables relacionadas con la capacidad de absorción que poseen los diferentes sectores de la industria en Colombia. El uso de los patrones de aprendizaje como referencia sectorial se justifica no solo por ser una construcción en que se consideran características del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (SNCTI) de Colombia, sino también por el hecho de que los indicadores utilizados son adecuados para el objetivo de la presente investigación. En la tabla 4.7 se relacionaron los indicadores relacionados con CA a partir de lo descrito por Zahra y George (2002), los cuales resultan muy pertinentes teniendo en cuenta las limitaciones en términos de cuantificación de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica [EDIT VII (2013-2014)].

Los patrones sectoriales se identificaron a partir de una técnica multivariante conocida como conglomerados o clústeres. Esta técnica se realizó tomando las 53 agrupaciones CIUU 4 A.C. en función de las capacidades de absorción potencial –en términos de inversión en ACTI, fuentes externas y el porcentaje de empresas del sector que poseen departamentos de I+D– y las capacidades de absorción realizada²³ –integradas por la cooperación en ACTI, fuentes internas y gasto en formación y capacitación–, es decir, los valores de las puntuaciones obtenidas de los dos nuevos factores (componentes), con los cuales se obtuvieron los patrones sectoriales de capacidad de absorción de la industria de Colombia. La clasificación de los diferentes subsectores industriales para cada patrón sectorial se puede apreciar en la tabla 4.8.

Se observa que el primer patrón sectorial está conformado por 26 grupos industriales, lo que comprende el 49,05 % de todos los subsectores manufactureros de Colombia, es decir, donde se encuentra la mayoría de las industrias del país. El segundo patrón lo integran 24 grupos industriales, es decir, que los patrones 1 y 2 lo integran el 94,3 % de los subsectores manufactureros. El tercer grupo sectorial comprende coquización, refinación de petróleo y mezcla de combustible y la fabricación de fibras sintéticas, mientras que el último patrón está integrado únicamente por mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal y de maquinaria y equipo; estos sectores mostraron destacarse en el análisis descriptivo previo.

23 Dado que el primer factor del ACP tomado solo contenía variables de transformación, en realidad las capacidades realizadas están representadas por los procesos de transformación.

Tabla. 4.8. Resultados análisis clúster: Conglomerados por patrón sectorial de CA

Conglomerado o patrón sectorial (1)	Conglomerado o patrón sectorial (2)
<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de productos de molinería, almidones y sus derivados • Confección de prendas de vestir • Fabricación de artículos de punto y ganchillo • Curtido y recurtido de cueros y fabricación de artículos de viaje • Fabricación de calzado • Aserrado, acepillado e impregnación de la madera • Fabricación de partes y piezas de madera • Fabricación de recipientes de madera • Actividades de impresión y servicios relacionados • Fabricación de productos de plástico • Fabricación de vidrio y productos de vidrio • Industrias básicas de hierro y acero-fundición de metales • Fabricación de productos metálicos para uso estructural • Fabricación de otros productos elaborados de metal • Fabricación de componentes y tableros electrónicos • Fabricación de maquinaria y equipo de uso general • Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial • Fabricación de carrocerías para vehículos automotores • Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios para vehículos • Fabricación de muebles • Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos • Fabricación de instrumentos musicales • Fabricación de artículos y equipo para la práctica del deporte • Fabricación de juegos, juguetes y rompecabezas • Fabricación de instrumentos, aparatos y materiales médicos y odontológicos • Otras industrias manufactureras n.c.p. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento y conservación de carne y pescado • Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos • Elaboración de aceites y grasas • Elaboración de productos lácteos • Elaboración de productos de café • Elaboración de azúcar y panela • Elaboración de otros productos alimenticios • Elaboración de alimentos preparados para animales • Elaboración de bebidas • Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles • Fabricación de otros productos textiles • Fabricación de hojas de madera para enchapado, tableros y paneles • Fabricación de otros productos de madera • Fabricación de papel y cartón • Fabricación de sustancias químicas básicas y sus productos • Fabricación de otros productos químicos • Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales • Fabricación de productos de caucho • Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p. • Industrias básicas de metales preciosos y no ferrosos • Fabricación de aparatos y equipo eléctrico • Fabricación de vehículos automotores y sus motores • Fabricación de otros tipos de equipo de transporte • Fabricación de colchones y somieres <p style="text-align: center;">Conglomerado o patrón sectorial (3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coquización, refinación de petróleo y mezcla de combustibles. • Fabricación de fibras sintéticas y artificiales. <p style="text-align: center;">Conglomerado o patrón sectorial (4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal y de maquinaria y equipo

Fuente: resultados clúster en el software SPSS 21, a partir de la encuesta EDIT VII.

Para revisar los resultados obtenidos en el ACP y en el clúster se ha diseñado una matriz que ubica nueve posibles estadios a partir de las CA potencial y realizada, lo que permitirá tener una idea más cerca de las características relativas del sector manufacturero innovador en Colombia. Estos estadios representan niveles combinados de CA (baja, intermedia, alta) (ver tabla 4.9).

Tabla 4.9. Cuadrante de CA potencial y realizada

POTENCIAL <input type="checkbox"/> Inversión en ACTI. <input type="checkbox"/> Fuentes externas. <input type="checkbox"/> Empresas del sector con dptos. de I+D (%).	Alta CA potencial y baja CA realizada.	Alta CA potencial e intermedia CA realizada.	Alta
	Intermedia CA potencial y baja CA realizada.	Intermedia	Intermedia CA potencial y alta CA realizada.
	Baja	Baja CA potencial e intermedia CA realizada.	Baja CA potencial y alta CA realizada.
CAPACIDADES DE ABSORCIÓN	REALIZADA <input type="checkbox"/> Cooperación en ACTI. <input type="checkbox"/> Fuentes internas. <input type="checkbox"/> Gasto en formación y capacitación.		

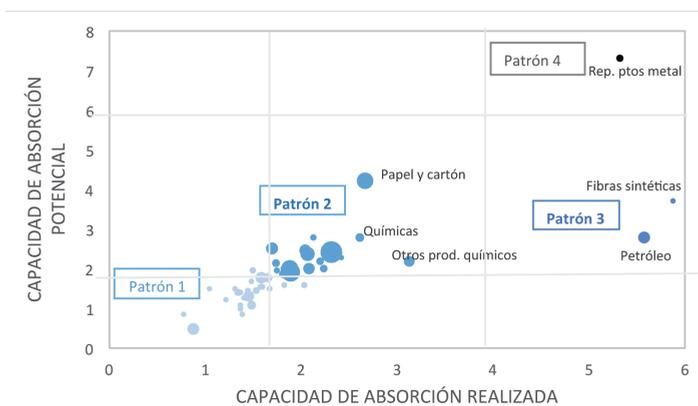
Fuente: elaboración autores.

Revisando las puntuaciones obtenidas, se puede identificar que el patrón sectorial 1 se ubica cerca del vértice, lo cual indica que posee baja capacidad de absorción potencial en términos de inversión en ACTI, fuentes externas y el porcentaje de empresas del sector que tienen departamentos de I+D y bajas capacidades de absorción en los procesos de transformación –integradas por la cooperación en ACTI, fuentes internas y gasto en formación y capacitación, de este grupo de industrias innovadoras.

Adicionalmente, se ha incluido la variable registros de propiedad intelectual, representada en el tamaño del subsector en el gráfico 4.9, que en el caso del primer patrón en su mayoría resultaron de tamaño pequeño, y por tanto con muy pocos resultados en innovación, representados en la baja generación de registros de propiedad. Esto indicaría que cerca de 1 de cada 2 subsectores industriales en Colombia en términos relativos poseen bajas capacidades de absorción, aun cuando reconocen que han obtenido innovaciones.

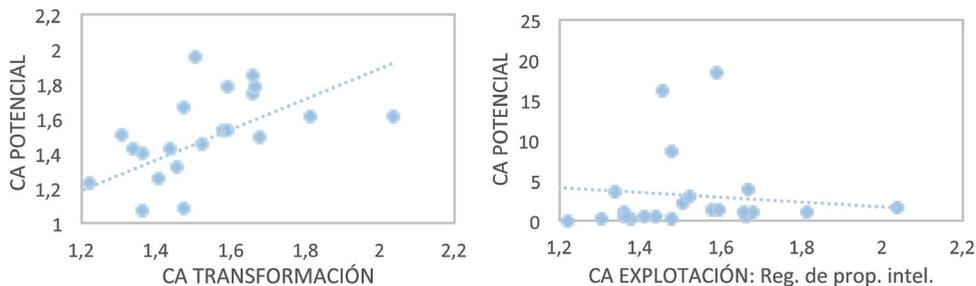
Revisando puntualmente, el primer patrón muestra que las capacidades potenciales, como son: la inversión en ACTI, las actividades para la obtención de información y conocimiento de fuentes externas y la existencia de departamentos de I+D, tal cual lo describen Zahra y George (2002), influyen en los procesos de transformación, pero no logran consolidarse en procesos de explotación (gráfico 4.10).

Gráfico 4.9. Resultado clúster. Patrones sectoriales según promedio de frecuencias de actividades relacionadas con CA en el sector manufacturero en Colombia



Fuente: elaboración autores.

Gráfico 4.10. Resultado clúster. Patrón sectorial 1 según promedio de frecuencias de actividades relacionadas con CA en el sector manufacturero en Colombia

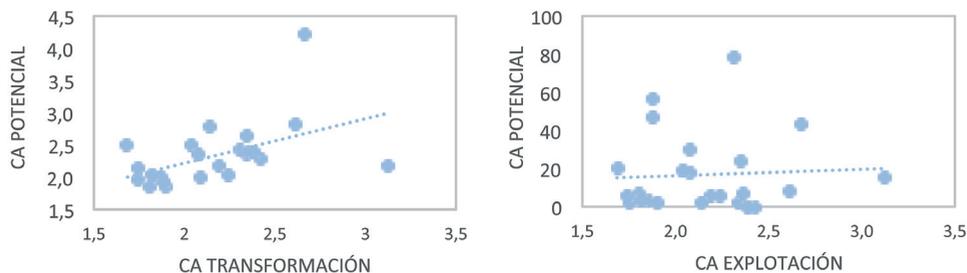


Fuente: elaboración autores.

El segundo patrón sectorial, integrado por 24 subsectores industriales, mostraría poseer capacidades de absorción intermedias, destacándose especialmente: la industria de papel y cartón; química y otros productos químicos. Los sectores que integran este patrón poseen, a su vez, mayores niveles de registro promedio de propiedad intelectual, como el sector farmacéutico, que es uno de los más destacados por el registro de patentes. Al revisar las capacidades realizadas desagregadas en procesos de transformación y de explotación frente a las capacidades potenciales, se aprecia nuevamente el argumento de que esta capacidad afecta los procesos de transformación, además de ser el grupo de industrias que mayor capacidad de explotación exhibe. Por otra parte,

los rezagos en los procesos de explotación, es decir, en obtención de registros de propiedad intelectual, quizás se deban a que los esfuerzos de innovación tienden a surgir con un retraso sensible con respecto a la etapa de expansión de la industria dentro de la cual se generan. Esto se atribuye a una difusión de las capacidades de innovación (Schumpeter, 1939).

Gráfico 4.11 Resultado clúster. Patrón sectorial 2 según promedio de frecuencias de actividades relacionadas con CA en el sector manufacturero en Colombia



Fuente: elaboración autores.

El tercer patrón sectorial está conformado por industrias intensivas en capital, y al encontrarse ubicado en la parte media derecha del gráfico 4.9 indicaría que los subsectores: fibras sintéticas y coquización y refinación de petróleo poseen un alto grado de absorción realizada y niveles intermedios de capacidad potenciales, pero no son precisamente los que más realizan registros de propiedad. Por último, el que sería el patrón sectorial más destacado en Colombia, está conformado por el subsector de mantenimiento y reparación de productos metálicos, que, por el contrario, no es fuerte en registros de propiedad intelectual.

Los anteriores resultados permiten tener una aproximación general de cómo funciona la capacidad de absorción del sector manufacturero innovador en Colombia. A primera vista se puede observar que:

- Existen factores diferenciales en términos de capacidad de absorción en el sector manufacturero, lo cual se evidencia con los patrones o grupos que se obtuvieron.
- El primer patrón de empresas manufactureras innovadoras corresponde a industrias con capacidades básicas o iniciales. Dado que estas enfocan principalmente los esfuerzos en la obtención de información de fuentes externas como clientes, proveedores e internet, la existencia de departamentos de I+D y las inversiones en adquisición de maquinarias y equipos, infraestructura TIC, asesoría especializada y otras, sus capacidades de transformación apenas se están gestando.
- El segundo patrón posee capacidades de absorción intermedias, pues se encuentran relativamente fortalecidas las capacidades potenciales y existe una importante dinámica de relaciona-

miento con el entorno con actividades de cooperación. De ello resultan los logros más destacados en obtención de registros de propiedad intelectual.

- Los patrones tres y cuatro pueden considerarse atípicos dentro de la configuración de la industria manufacturera colombiana. Al concentrarse la mayoría de los subsectores en los patrones uno y dos, indica que la mayoría de las organizaciones poseen capacidades innovadoras iniciales o intermedias.

CONCLUSIONES

El estudio presentado en este capítulo realizó una serie de aproximaciones empíricas para intentar medir la capacidad de absorción de la industria manufacturera innovadora en Colombia. Pese a las limitaciones de las variables empleadas, se obtuvieron resultados interesantes en línea con las capacidades de absorción que expresan Zahra y George (2002). Se demostró que existen patrones industriales que poseen ciertas características particulares que condicionan sus capacidades de absorción y de generar innovaciones en el sector manufacturero de Colombia. La mayoría de las industrias que han logrado innovaciones han sido para el mercado nacional o para la propia empresa, lo cual puede explicarse por las características de nivel de desarrollo tecnológico de este tipo de países, que generalmente está en una etapa intermedia de imitación o réplica de innovaciones.

Asimismo, el estudio encontró que la estructura innovadora de la industria manufacturera en Colombia es bastante asimétrica. Sectores destacados como petróleo o fibras sintéticas marcan diferencias amplias con la gran mayoría de los subsectores industriales. Esto crea grupos de empresas con patrones de capacidades de absorción diferentes. Los patrones derivados de la aglomeración de subsectores industriales con capacidades de absorción homogéneas mostraron que cuatro grupos mantienen ciertas particularidades en niveles de esta capacidad. Los resultados de la combinación y uso de estas capacidades también evidenciaron ser bastantes diferentes mientras algunos subsectores muestran que las industrias que las integran tienen fuertes capacidades potenciales, e incluso de transformación, pero no exhiben resultados en términos de explotación.

Finalmente, estos resultados pueden ser útiles para orientar las decisiones de política industrial y de innovación en Colombia, en términos de los subsectores en los cuales se desee apalancar el desarrollo tecnológico, permitiendo orientar de manera estratégica los recursos hacia industrias que más rápido absorben conocimiento, y por consiguiente, potencialmente más innovadoras.

REFERENCIAS

Ahuja, G. & Katila, R. (2001), Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. *Strategic Management Journal*, 22(3), 197-220.

- Belderbos, R., Carree, M., Diederen, B., Lokshin, B., & Veugelers, R. (2004). Heterogeneity in R&D cooperation strategies. *International journal of industrial organization*, 22(8), 1237-1263.
- Bittencourt, P. & R. Giglio (2013). Un análisis empírico sobre la capacidad de absorción tecnológica de la industria brasileña. *Revista Cepal*, 111, 183-199.
- Cassiman, B., & Veugelers, R. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science*, 52(1), 68-82.
- Cockburn, I. & Henderson, R. (1998). Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery. *The Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.
- Cohen, W. & D. Levinthal (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *Economic Journal*, 99(397), 569-596.
- Cohen, W. & D. Levinthal (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Dyer, J.H. & Singh H. (1998). The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage. *Academy of Management Review*, 23, 600-679
- Freeman, C. & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. London: Psychology Press.
- George, G., Zahra, S.A., Wheatley, K.K. & Khan, R. (2001). The effects of alliance portfolio characteristics and absorptive capacity on performance. A study of biotechnology firms. *The Journal of High Technology Management Research*, 12, 205-226.
- Kim, L. & Nelson, R. R. (2000). *Technology, learning, and innovation: Experiences of newly industrializing economies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kowalski, A.M. & Michorowska, B. (2013). Metody pomiaru innowacji i innowacyjności gospodarek. In M.A. Weresa (ed.), *Kapitał ludzki i innowacyjność jako czynniki długookresowych przewag konkurencyjnych w handlu międzynarodowym*. Warszawa: Wnioski dla Polski, Oficyna Wydawnicza SGH.
- Leonard-Barton, D. (1995). *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Lewandowska, M. S. (2015). Capturing Absorptive Capacity: Concepts, Determinants, Measurement Modes and Role in Open Innovation. *International Journal of Management and Economics*, 45, 32-56.
- Lewin, A., Massani, S. & Peeters, C. (2011). Microfoundations of Internal and External Absorptive Capacity Routines. *Organization Science*, 22(1), 81-98.
- Lichtenthaler, U. & Ernst, H. (2007). External technology commercialization in large firms: results of a quantitative benchmarking study. *R&D Management*, 37(5), 383-397.
- Luo, Y. (1997). Partner selection and venturing success: The case of joint ventures with firms in the People's Republic of China. *Organization science*, 8(6), 648-662.
- Malaver, F., Vargas, M. & F. Ardila (2009). Las capacidades de absorción tecnológica: una mirada centrada en la adquisición de tecnología. En Robledo, Jorge; Malaver, Florentino y Vargas, Marisela (Eds.), *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia*, (pp. 123-156). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Pontificia Bolivariana, OCYT, Colciencias.
- Manjarrés, L. y Vega, J. (2012). La gestión de la innovación en la empresa: evolución de su campo de estudio. *Dimensión Empresarial*, 10, (1), 18-29. Consultado 1 noviembre de 2017. https://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_cientificas/dimension-empresarial/volumen-10-no-1/articulo02.pdf
- Murovec, N. & I. Prodan (2009). Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model. *Technovation*, 29(12), 859-872.
- Oltra, M. J., & Flor, M. (2003). The impact of technological opportunities and innovative capabilities on firms' output innovation. *Creativity and Innovation Management*, 12(3), 137-144.
- Petroni, A. & Panciroli, B. (2002). Innovation as a determinant of suppliers' roles and performances: an empirical study in the food machinery industry. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 8(3), 135-149.
- Schumpeter, J.A. (1939). *Business cycles* (Vol. 1, pp. 161-74). New York: McGraw-Hill.

- Stock, G., Greis, N. & Fischer, W. (2001). Absorptive Capacity and New Product Development. *The Journal of High Technology Management Research*, 12(1), 77-91.
- Wiatowiec-Szczepaska, J. (2012). Renta ekonomiczna a przewaga konkurencyjna przedsiębiorstwa. *Ekonomista*, 2, 203–226
- Tsai, W. (2001). Knowledge transfer in interorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of Management Journal*, 44(5), 996-1004.
- Veugelers, R. (1997). Internal R & D expenditures and external technology sourcing. *Research policy*, 26(3), 303-315.
- Zahra, S.A. & Hayton, J.C. (2008). The effect of international venturing on firm performance: the moderating influence of absorptive capacity. *Journal of Business Venturing*, 23(2), 195–220.
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of management review*, 27(2), 185-203.

