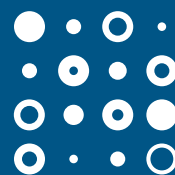




Indicadores  
de ciencia  
y tecnología

COLOMBIA  
2019



OCYT  
OBSERVATORIO COLOMBIANO DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISSN: 2323-072X





Indicadores  
de ciencia  
y tecnología

COLOMBIA  
**2019**







Indicadores  
de ciencia  
y tecnología

COLOMBIA  
2019



OCYT  
OBSERVATORIO COLOMBIANO DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISSN: 2323-072X



## Indicadores de Ciencia y Tecnología

### Colombia 2019

©Observatorio Colombiano de Ciencia y  
Tecnología, 2020

©Jorge Lucio Álvarez, Andrea Guevara Rey,  
Gloria Inés Perea, María Paula Garavito  
Muñoz, Félix José Segura Sguerra, Laura  
Daniela Ramírez Sánchez, Efrén Romero  
Riaño, Michael Andres Cifuentes Mirke,  
Juan Camilo Castellanos, Sandra Zárate  
Rincón, Henry Mora Holguín, Diana  
Marcela Caho Rodríguez y Felipe Rocha-  
Gutiérrez, por los textos y cálculos  
estadísticos.

**Primera edición, septiembre 2020**

## OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### Director Ejecutivo

Diego Silva Ardila

### Coordinadora Administrativa

Angélica Monroy Pérez

### Editor

Ricardo Andrés Triana González

### Autores

Jorge Lucio Álvarez, Andrea Guevara Rey, Gloria Inés  
Perea, María Paula Garavito Muñoz, Félix José Segura  
Sguerra, Laura Daniela Ramírez Sánchez, Efrén Romero  
Riaño, Michael Andres Cifuentes Mirke, Juan Camilo  
Castellanos, Sandra Zárate Rincón, Henry Mora Holguín,  
Diana Marcela Caho Rodríguez, Felipe Rocha-Gutiérrez.

### Corrección de estilo

Adriana Pertuz Valencia

### Diseño y diagramación

David Enrique Jiménez García

### Fotografías

Diego Silva Ardila

### Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Carrera 15 No. 37 – 59 Bogotá, Colombia

Computador (57-1) 3235059

[www.ocyt.org.co](http://www.ocyt.org.co)

ISSN 2323-072X

Está permitida la reproducción total o parcial de esta obra y su  
difusión telemática siempre y cuando sea para uso personal de  
los lectores y no con fines comerciales.

Todos los capítulos de este libro son de exclusiva  
responsabilidad de los autores.



## Agradecimientos

A cada una de las organizaciones y entidades públicas, privadas y mixtas, de orden nacional y regional, así como a los profesionales, expertos, líderes y gestores de ciencia, tecnología e innovación que participaron en el suministro y consolidación de la información. Gracias a ustedes fue posible contar con insumos fundamentales para los cálculos y análisis de los indicadores de este informe.

Esta publicación es financiada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – Minciencias y por los aportes de sostenimiento de los socios del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).

# Contenido

Presentación: <i>La información como fundamento para una sociedad centrada en el conocimiento</i>	8
Nota editorial	14

## Capítulo

<b>1</b>	Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI)	17
<b>2</b>	Formación de recurso humano para la ciencia y la tecnología	43
<b>3</b>	Capacidades nacionales para la generación de nuevo conocimiento	65
<b>4</b>	Producción bibliográfica en ciencias	83

<b>5</b>	Propiedad industrial	<b>109</b>
<b>6</b>	Innovación en las empresas colombianas de manufactura y servicios	<b>133</b>
<b>7</b>	Cultura en ciencia, tecnología e innovación	<b>163</b>
<b>8</b>	Avances en indicadores de Ciencia y Tecnología desde la perspectiva internacional	<b>193</b>
	Índice de tablas y figuras	<b>215</b>
	Índice de siglas y acrónimos	<b>223</b>
	Acerca de los autores	<b>227</b>
	Acerca del editor	<b>231</b>

## La información como fundamento para una sociedad centrada en el conocimiento

En este momento, cuando el planeta tierra aún no ha completado el 75% de su recorrido orbital anual alrededor del sol, es posible afirmar, con evidencia suficiente, que el año 2020 se convertirá en un hito para la historia de la humanidad. A lo largo de estos casi nueve meses, un gran número de vidas humanas ha acabado, otras tantas han estado cerca del fin y un sinnúmero aún está en alto riesgo ante la amenaza que un microscópico agente ha generado a la relativa estabilidad que se suponía garantizaban los sistemas existentes de salud pública. Cumplida una quinta parte del siglo XXI, se ha demostrado que la humanidad no estaba en la capacidad de salvar vidas a la velocidad que la situación actual lo demanda; por ello, la mejor decisión para un gran número de individuos ha sido encerrarse y esconderse ante el peligro. Para evitar contagiarse, millones de personas, probablemente miles de millones, han tenido que pasar en sus casas muchos más días de los que la palabra cuarentena sugiere. Parece un escenario propio de las distopías literarias o cinematográficas; pero no lo es.

El virus, al mismo tiempo que ha afectado nuestra salud, estabilidad y tranquilidad, ha logrado generar un giro en las conversaciones de importancia colectiva y de alcance global. A pesar de que la



Diego Silva Ardila  
Director Ejecutivo

humanidad cuenta con asombrosas capacidades y potencialidades, y ha desarrollado a lo largo de su existencia múltiples sistemas que fortalecen y garantizan una mejor supervivencia, la situación de salud pública actual ha revelado que la vida humana en el planeta tierra es excesivamente frágil. Las alertas están encendidas.

¿Qué nos pasó? ¿En qué momento no fuimos capaces colectivamente de anticipar y prevenir una situación de esta magnitud? ¿Por qué no fueron atendidas algunas voces individuales que advertían sobre los riesgos desde disciplinas tan variadas como la biología, la química, la sociología, la literatura, la ciencia política, la medicina o la economía? Probablemente es posible responder estos interrogantes afirmando que, aunque la ciencia ha logrado un avance extraordinario desde que empezó a salir de la oscuridad de los dogmas hace apenas unos siglos atrás, aún no está en capacidad de permear exhaustivamente las decisiones y acciones de los seres humanos. Todavía hacen falta vastos esfuerzos para que las externalidades positivas que la ciencia genera tengan un alcance amplio y no restringido a grupos específicos que, desafortunadamente, aún son minoritarios en muchos casos.



Colombia, durante lo corrido de este año, ha demostrado claramente que la ciencia, la tecnología y la innovación no han sido capaces de reaccionar a la misma velocidad que nuestros deseos lo demandan. A su vez, este caso específico ilustra que gran parte de su población aún no posee suficientes capacidades analíticas que le permitan comprender la dimensión de la situación y que, por ende, toma decisiones que contradicen los esfuerzos requeridos para salvar miles de vidas. A pesar de tener a nuestra disposición algunos avances en materia de ciencia, tecnología e innovación, es imposible afirmar que Colombia es una sociedad organizada alrededor del aprovechamiento colectivo del conocimiento científico. El virus no solamente nos ha encerrado, también nos ha enseñado que la tarea es ardua e inminente, y que no es apropiado continuar postergando la decisión de cambiar la forma en la que está organizada nuestra sociedad. Un nuevo modelo de apropiación social del conocimiento es necesario, y afortunadamente son numerosas las voces que así lo demandan y las acciones que ya se han tomado para aportar de manera positiva a esta necesaria transformación.

En el marco de los retos contemporáneos para la ciencia, la tecnología y la innovación en el país, y teniendo en cuenta que “la ventana oportuna” para el avance de políticas públicas en estas áreas está completamente abierta, los múltiples actores del sector CTel deben reaccionar. Cumpliendo con su función de provisión de información para la toma de decisiones, para la sofisticación de las conversaciones y para el fundamento del desarrollo de políticas públicas basadas en evidencia, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología presenta nuevamente un conjunto de indicadores que invitan a analizar las múltiples dimensiones del complejo proceso de comprensión de los mecanismos a través de los cuales podemos lograr que el conocimiento sea aprovechado socialmente de manera exhaustiva y permanente tanto por los actores especializados como por la sociedad en el sentido más amplio posible.

En esta oportunidad presentamos un nuevo formato para el uso y aprovechamiento de los resultados del trabajo de todo nuestro equipo en la producción del conjunto de indicadores del año 2019 (aunque en algunos casos las ventanas de observación sean de otros períodos). El análisis de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, la formación de los recursos humanos para la ciencia y la tecnología, los indicadores de capacidades nacionales para la generación de nuevo conocimiento, la producción bibliográfica, el monitoreo del comportamiento de la propiedad industrial, la medición de la innovación en las empresas colombianas de manufactura y servicios, la cultura en ciencia, tecnología e innovación, así como una modesta aproximación a una comparación internacional, son resultado de un riguroso esfuerzo de procesamiento y de una interpretación reflexiva llevada a cabo por parte de investigadores y equipos técnicos del observatorio. Estos indicadores y los análisis que presentamos hacen una invitación a retomar conversaciones basadas en evidencia y soportadas por información de calidad que nos lleven a identificar las tareas pendientes que tenemos como sociedad para el fortalecimiento del sistema nacional de CTel y que permitan responder de manera oportuna y adecuada a los retos contemporáneos, de mediano y de largo plazo, que enfrentamos colectivamente.

Adicionalmente, ponemos a disposición de cualquier persona una nueva forma de acceder a la información que empieza a delinear estrategias y tácticas contemporáneas para disponer la información en el sector. En esta entrega ponemos al alcance de la comunidad científica y de todas las personas interesadas un conjunto de tableros de visualización de información que están acompañados de una batería de datos y microdatos descargable. Con esta nueva entrega, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología se encamina a la puesta en marcha de una arquitectura de datos moderna para el sector CTel, sustentada en una estrategia robusta y amplia de datos abiertos, y en el desarrollo de proyectos de ciencia de datos. De tal

manera fortalecemos los procesos de disseminación de la información y garantizamos de manera permanente la calidad de la información a lo largo del proceso de producción estadístico, desde las fuentes hasta los usuarios.

Es oportuno aprovechar esta presentación de los indicadores 2019 para celebrar y aplaudir la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación por parte del estado colombiano. Consideramos que se ha saldado una deuda de muchas décadas con nuestra sociedad y que es la materialización de una voluntad explícita de cientos de actores del sistema de CTel del país. Aunque la situación de salud pública actual puede, por ahora, eclipsar la importancia de este hito en la historia de la ciencia en Colombia, es importante resaltar que el año 2020 también quedará en la historia de la República de Colombia como el año durante el cual se tomó la decisión de darle un nuevo impulso a un pilar fundamental de la transformación social que nos va a permitir trasegar con mayor velocidad y con mayor intensidad las sendas de la modernidad, la industrialización, la competitividad y el mejoramiento constante de la calidad de vida de los habitantes de nuestro territorio.

Estamos convencidos de que esta nueva etapa es propicia para fortalecer las capacidades de transformación social del conocimiento y aumentar las posibilidades de marchar de manera aún más acelerada hacia una sociedad centrada en el conocimiento científico. El camino por recorrer no solamente es largo, sino también sinuoso, pero confiando en la capacidad de organizarnos para actuar adecuadamente de manera colectiva sabemos que lograremos generar los bienes y activos públicos que garanticen transformaciones profundas para el bienestar de nuestra sociedad.

El listado de colaboradores que hicieron este trabajo posible es interminable: todo nuestro equipo humano, nuestras entidades socias, nuestras entidades amigas y aliadas, los actores del sistema CTel, y muchos más. Trataremos de incluir todos los créditos formales a lo largo de las páginas que componen este documento y adicionaremos los que por alguna falla, siempre sin intención, olvidemos. Estamos profundamente agradecidos con todas las personas que colaboraron para hacer este producto una realidad. Continuaremos con nuestra tarea y permaneceremos siempre receptivos a todas las invitaciones y recomendaciones para continuar mejorando.

**Diego Silva Ardila**

*Director Ejecutivo*

## Nota del editor

La presente edición del informe de indicadores de ciencia y tecnología para 2019 se ha estructurado sobre ocho frentes de análisis con la intención de brindar un panorama del estado actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia, y de que este sea un referente para analistas y tomadores de decisión. Esto sin afectar la continuidad y el histórico de información generado en los informes anuales anteriores.

En este sentido, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ha considerado hacer una apuesta narrativa diferente, ya que además de presentar la información a través de tablas y gráficas, se incorporan aspectos analíticos descriptivos que brindan herramientas para la interpretación de los resultados. De igual manera, se ha buscado enriquecer la experiencia del lector, invitándolo en cada capítulo a través de links y códigos QR a que consulte el portal de datos del OCyT, donde podrá interactuar con la información y estar al tanto de los reportes actualizados.



Ricardo Andrés Triana González  
Editor

Es importante tener presente que a lo largo de este informe se citó al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y no al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias). Esto obedece a que los insumos de información son anteriores a la creación del Ministerio.

Agradezco la disposición de cada uno de los autores para asumir este reto con total responsabilidad y entusiasmo, al igual que a los integrantes del equipo de diseño, estadístico, técnico y editorial, quienes con su compromiso generaron el producto que ustedes tienen en sus manos.

**Ricardo Andrés Triana González**





# Capítulo

# 1



## Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI)



Jorge Lucio



Andrea Guevara



Gloria Perea

“La inversión en ACTI e I+D como porcentaje del PIB es el indicador por excelencia cuando se habla de inversión en ciencia y tecnología. Este indicador muestra el esfuerzo que hacen los países en torno a la investigación y a las actividades CTel, comparado con el tamaño de su economía.”

Los indicadores de inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) y en Investigación y Desarrollo (I+D) han sido considerados como los indicadores de insumo más importantes y más consultados dentro del total de indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) y son un referente significativo cuando se quiere dar cuenta de los esfuerzos que hacen los países en la creación y uso de nuevo conocimiento.

La mayor parte de los países, específicamente los del primer mundo y casi todos los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) miden únicamente la I+D, aunque incluyen en este dato información sobre las actividades de formación de alto nivel. En casi todos los países de Latinoamérica se miden también las Actividades de Ciencia y Tecnología (ACT), en buena parte gracias al trabajo e influencia de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – Interamericana e Iberoamericana (RICYT). En la metodología adoptada en Colombia se propuso la medición de las ACTI con el objeto de reconocer especialmente los esfuerzos que se hacen no solo en I+D, sino también en actividades relacionadas con esta que contribuyen al fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTel).

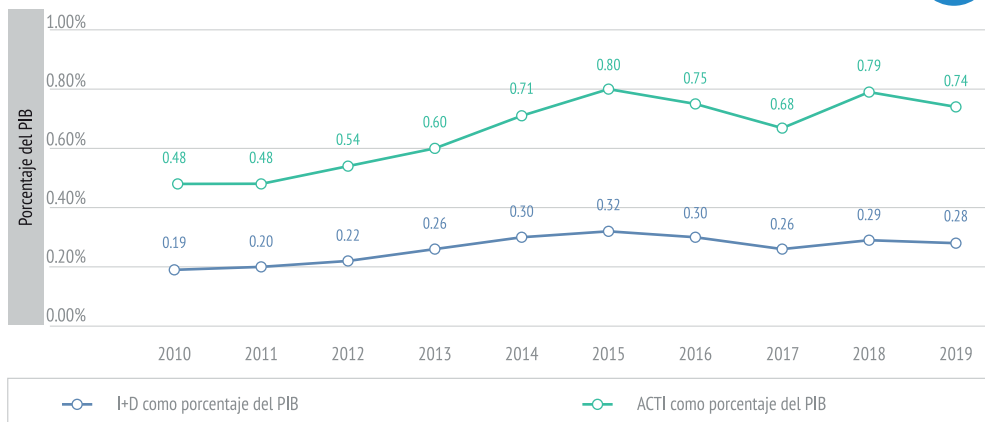
Desde el año 2000, la meta gubernamental en el país ha sido llegar al 1% del PIB de inversión en ACTI. A pesar de que esta meta no se ha alcanzado, en el actual Plan de Desarrollo Pacto por Colombia - Pacto por la Equidad se fija como meta para el final del cuatrenio (2022) duplicar la inversión en ACTI como porcentaje del PIB (llegando al 1.5%), así como duplicar la inversión privada en I+D como porcentaje del PIB (alcanzando el 0.7%). Estas metas, ambiciosas en sí mismas, están acompañadas de una serie de estrategias para lograrlas.

En el presente capítulo se desarrollan temáticas que tienen que ver con la inversión nacional en ACTI, tratando aspectos como la inversión en ACTI y en I+D como proporción del PIB, la inversión en ACTI e I+D desde la ejecución, la financiación de las ACTI y la inversión por entidad territorial (departamentos y Distrito Capital).

A continuación, se presentan los principales indicadores de inversión en ACTI calculados para los últimos diez años (2010 – 2019) en el país. Es importante recordar que el término inversión se refiere en este capítulo a los recursos que las entidades han destinado y que han sido efectivamente gastados en la realización de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta medición se hace privilegiando el punto de vista del ejecutor, es decir, quien efectivamente lleva a cabo la actividad; sin embargo, también se observa a los financiadores, es decir, quienes movilizan los recursos para las ACTI.

La inversión en ACTI e I+D como porcentaje del PIB es el indicador por excelencia cuando se habla de inversión en ciencia y tecnología. Este indicador muestra el esfuerzo que hacen los países en torno a la investigación y a las actividades CTel, comparado con el tamaño de su economía. Del mismo modo, permite hacer comparaciones internacionales, con otros países y/o regiones; e internas, por ejemplo, con sectores específicos: defensa, educación, salud, etc.; o con sectores transversales como el de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) o el de medio ambiente. En la figura 1.1 se puede observar el comportamiento de este indicador en Colombia para los diez últimos años.

**Figura 1.1** Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) como porcentaje del PIB, 2010 - 2019



**Fuentes:** OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 - 2018

**Cálculos:** OCyT

En la primera década de este siglo (2000 - 2009), la inversión en ACTI nunca superó medio punto porcentual (0.5%) con respecto al PIB; entre tanto, la I+D no alcanzó a llegar al 0.2%. A partir de 2011 se encontró una dinámica muy interesante, acercándose las cifras de los últimos años a un 0.8% con respecto al PIB para ACTI (0.79% y 0.74% en 2018 y 2019, respectivamente); sin embargo, estos valores continúan estando lejos del 1.5% propuesto como meta para 2022. La tasa de crecimiento anual de la inversión en ACTI con respecto al PIB es de 4.9% para los últimos diez años (en pesos constantes la tasa de crecimiento equivale al 8.7%), lo que implica que la tasa de crecimiento de la inversión en ACTI ha sido mayor a la tasa de crecimiento del PIB para este periodo.

En cuanto a la I+D, la situación es similar; desde 2013 hasta 2019 la inversión como proporción del PIB ha fluctuado entre el 0.26% y el 0.30% (con cifras de 0.29% y 0.28% para los dos últimos años). La meta del Plan de Desarrollo en I+D es llegar al 0.70% del PIB en 2022, con al menos la mitad de esta cantidad representada por inversión privada. El país aún no llega a la mitad de la meta propuesta.

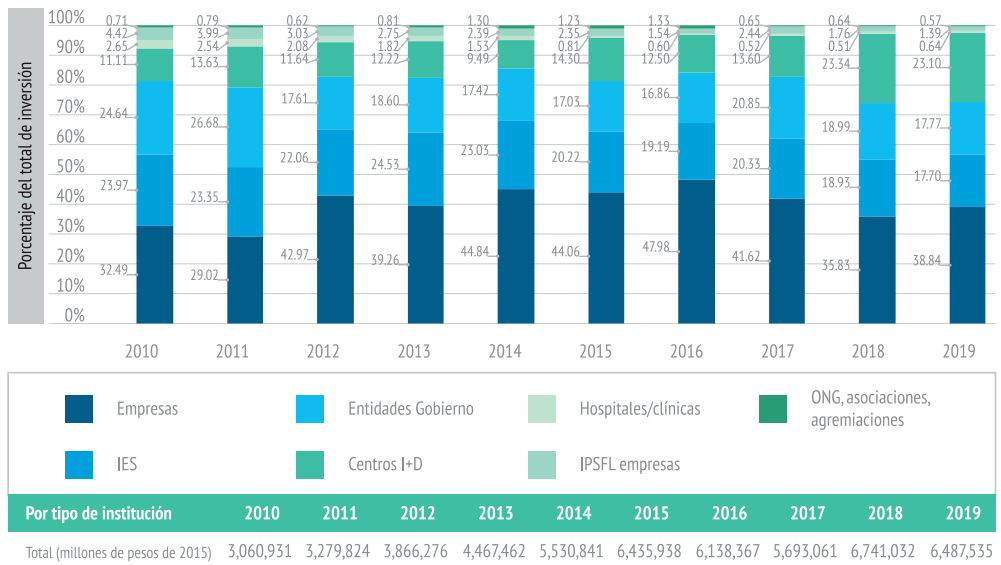
Para los últimos diez años, la tasa de crecimiento anual de la inversión en I+D con respecto al PIB es de 4.21% (en pesos constantes equivale al 7.98%), lo que implica que la tasa de crecimiento de la inversión en I+D es inferior a la de ACTI, pero sigue siendo mayor a la tasa de crecimiento del PIB para este periodo.

Si se observa desde la ejecución, es decir, desde el punto de vista de quienes efectivamente gastan los recursos, la inversión en ACTI e I+D puede analizarse teniendo en cuenta el tipo de entidad que los ejecuta y el tipo de actividad en la que se emplean.

Cuando se observa la inversión por tipo de entidad ejecutora, se tienen en cuenta los siete grupos institucionales definidos en la metodología del cálculo de la inversión en ACTI; estos son: empresas; Instituciones de Educación Superior (IES); entidades gubernamentales; centros de investigación y desarrollo; hospitales y clínicas; Instituciones Privadas sin Fines de Lucro (IPSFL) al servicio de las empresas; y ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales. Las figuras 1.2 y 1.3 muestran la inversión en ACTI y la inversión en I+D por tipo de entidad.

Como se observa en la figura 1.2, entre 2010 y 2019 la inversión en ACTI subió, pasando, en pesos constantes de 2015, de tres billones en 2010 a casi seis billones y medio en 2019, con una tasa de crecimiento anual para el período de 8.7%. En general, fueron las empresas las que mayor inversión ejecutaron, con valores desde cerca de un billón de pesos hasta los 2.5 billones al final de la década, lo que representa entre el 30% y cerca del 40% de la inversión total del país en ACTI, respectivamente. Las IES, con un porcentaje promedio del 21% del total de la inversión durante la década, ocupan la segunda posición entre los grupos institucionales, seguidas por las entidades gubernamentales (19%) y los centros de investigación y desarrollo (14%); estos últimos con inversiones muy grandes en 2018 y 2019.

Figura 1.2 Inversión en ACTI por tipo de entidad ejecutora, 2010 – 2019



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 – 2018

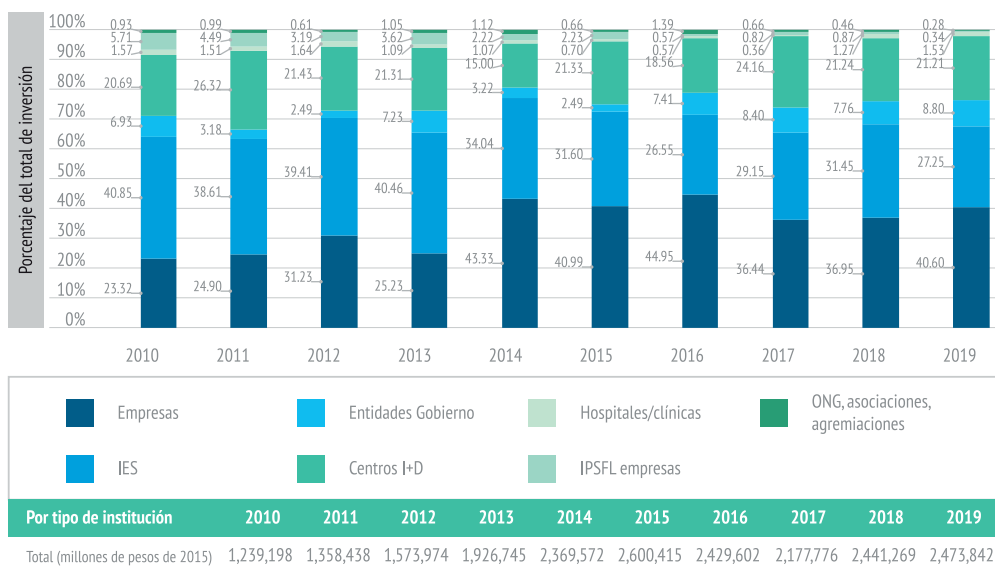
Cálculos: OCyT

Por otra parte, la inversión en I+D por entidad ejecutora (ver figura 1.3) muestra que las empresas y las IES tienen un peso muy similar durante la década (34.8% y 33.9% respectivamente), aunque se observa una supremacía importante de las IES durante los primeros cuatro años. A partir de 2014, las empresas aportaron una mayor proporción de la inversión total, acercándose al 40% de esta. Entre tanto, los Centros de Investigación y Desarrollo se mantuvieron cercanos al 20% de la inversión en I+D durante la década. Los hospitales y clínicas, las IPSFL al servicio de las empresas y las ONG ejecutan una menor cantidad de recursos, permaneciendo la inversión de los tres por debajo del 5% del total para la década.



Para la inversión tanto en ACTI como en I+D es muy importante observar el avance que ha tenido la ejecución de las empresas que, en buena parte, representan a las entidades privadas y eso a costa, principalmente, de la representatividad de la ejecución de la IES, cuyo descenso se hace sentir principalmente en la ejecución en I+D.

Figura 1.3 Inversión en I+D por tipo de entidad ejecutora, 2010 - 2019



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 - 2018

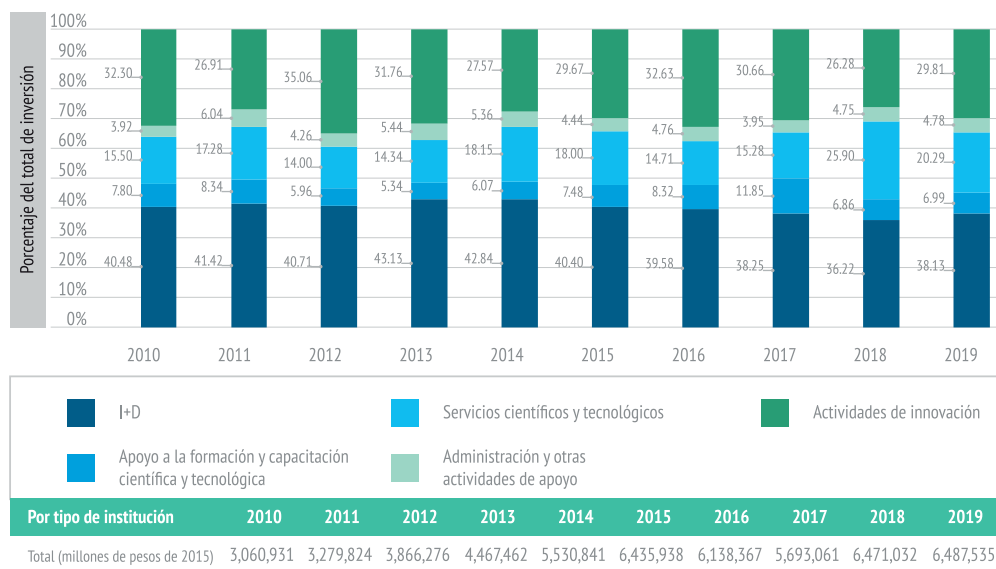
Cálculos: OCyT

Es también importante analizar cuál es la composición de la ejecución de las ACTI desde las cinco actividades que se contemplan en la clasificación; estas son: I+D, apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica; servicios científicos y tecnológicos; actividades de innovación; y la denominada administración y actividades de apoyo.

La figura 1.4 muestra la inversión que ha efectuado el país en ACTI, de acuerdo con las diferentes actividades científicas y tecnológicas. Esta ha tenido un poco menos de variabilidad que las observadas anteriormente por tipos institucionales.

La inversión en I+D se ha mantenido relativamente constante entre 2010 y 2019, alcanzando cerca del 40% de la inversión nacional en ACTI y mostrando una tasa de crecimiento anual de casi el 8%. Mientras tanto, las actividades de innovación han permanecido cercanas al 30% de la inversión nacional en ACTI, con una tasa de crecimiento anual de 7.7%. De otra parte, los servicios científicos y tecnológicos han tenido una participación cercana al 18% de la inversión, pero con una tasa de crecimiento anual para el período del 12%; estos empezaron la década en valores cercanos al medio billón de pesos de 2010 y finalizaron con valores cercanos a un billón y medio. La administración y actividades de apoyo han tenido durante todo el periodo un peso un poco inferior al 5% de la inversión nacional y, a pesar de parecer marginales, tienen una relativa importancia en las entidades gubernamentales que financian la I+D.

Figura 1.4 Inversión en ACTI por tipo de actividad, 2010 – 2019



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 – 2018

Cálculos: OCyT

Adicionalmente, se observa que el apoyo a la formación científica y tecnológica ha mantenido una inversión más o menos constante que equivale al 7% de la inversión total, con una tasa anual de crecimiento cercana al 7.4%. Para el caso de esta actividad, el equipo que calcula la inversión percibe que existe un subregistro de información. Teniendo en cuenta que, de acuerdo con la metodología para el cálculo de la inversión nacional en ACTI, esta actividad incluye “los gastos en educación formal a nivel de maestría y doctorado y la formación permanente de científicos e ingenieros” y que “las IES deberán incluir aquí, además, los costos de poner y tener en funcionamiento sus programas de Maestrías y Doctorados (profesores, infraestructura, laboratorios, etc.)” (Salazar, 2006), se estima que la inversión reportada en este ítem por las IES es relativamente baja, ya que suma, para casi todos los años, menos de medio billón de pesos anuales. Esta suma parece baja para soportar los cerca de 2,500 programas nacionales de maestría y los más de 400 programas nacionales de doctorado, además de lo que invierten todas las instituciones (no solo las IES) en formar a sus funcionarios y docentes en maestrías y doctorados. Dado que algunas de las IES consultadas no reportan esta información, o no la reportan completa, es importante que para análisis futuros se haga énfasis en la necesidad de contar con esta información.

Ahora bien, si se examina la información desde el punto de vista de la financiación de la inversión en ACTI e I+D, se constituye otro grupo de indicadores clave para el país, ya que estos proveen un panorama de las fuentes de recursos para la realización de las actividades de ciencia y tecnología, y también hacen parte de las metas del plan de desarrollo del presente cuatrenio. Así, se espera llegar en 2022 a una inversión del 0.7% del PIB en I+D, de la cual al menos la mitad deberá ser inversión privada.

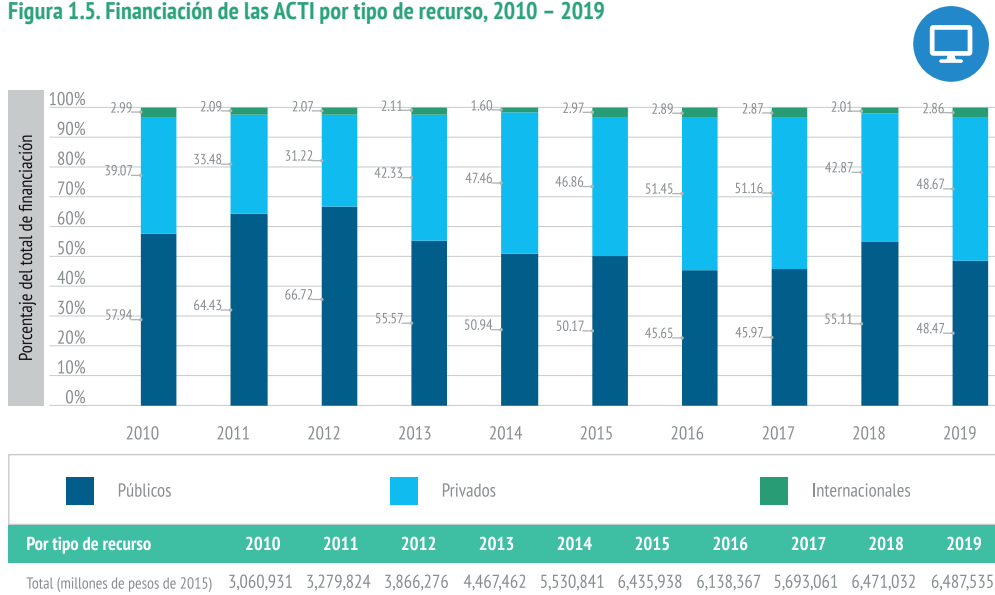
La financiación de la inversión puede ser analizada por tipo del recurso (recursos públicos, privados o internacionales) o por tipo de institución financiadora (entidades gubernamentales, regalías, empresas, IES, internacionales, centros de I+D, hospitales y clínicas, IPSFL al servicio de las empresas, ONG y asociaciones y agremiaciones profesionales).

Inicialmente, se analiza la financiación por tipo de recurso. Las figuras 1.5 y 1.6 muestran la financiación de las ACTI y la financiación de la I+D, respectivamente. En este punto vale la pena aclarar que los recursos públicos incluyen los recursos propios de todas las entidades de carácter público que, además de las entidades del Presupuesto General de la Nación (PGN), incluyen centros de investigación públicos, IES y hospitales públicos, además de los recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTel-SGR). Por otra parte, la financiación que hacen las entidades públicas a diferentes proyectos que ejecutan entidades públicas o privadas (como es el caso de las convocatorias de Colciencias) es considerada como inversión pública. Análogamente, los recursos propios de todas las instituciones privadas son privados; y toda la financiación de entidades internacionales o multinacionales, así sea por convenios o por cooperación internacional, se entiende como recursos internacionales.

Durante el periodo de observación (2010 - 2019), la financiación pública para las ACTI fue de cerca del 53% del total, la privada cerca del 44% y la internacional alrededor del 3%. Sin embargo, vale la pena señalar que durante la primera mitad del periodo (2010-2014) la financiación pública correspondía al 59% y la privada se acercaba al 39%, mientras que para el segundo lustro la inversión privada aumentó al 48% de la inversión total y la pública bajó al 49%, igualándose su peso en la práctica. Mientras tanto, la inversión internacional se mantuvo siempre entre el 2% y el 3% del total de la inversión nacional.

“La inversión en I+D se ha mantenido relativamente constante entre 2010 y 2019, alcanzando cerca del 40% de la inversión nacional en ACTI y mostrando una tasa de crecimiento anual de casi el 8%.”

Figura 1.5. Financiación de las ACTI por tipo de recurso, 2010 – 2019



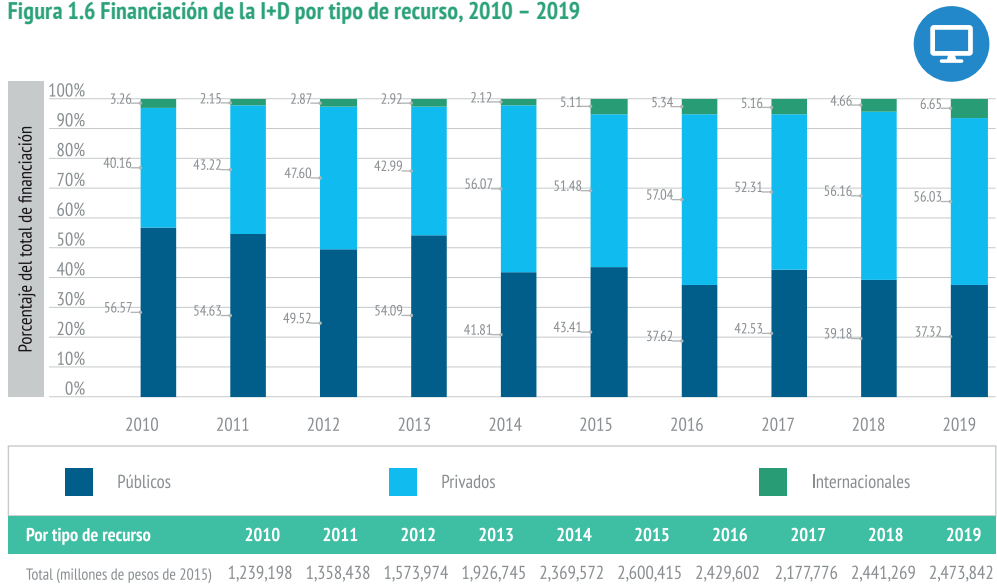
Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 – 2018

Cálculos: OCyT

Ahora bien, en pesos de 2015, la financiación tanto pública como privada para las ACTI ha aumentado durante el período de referencia, aunque lo ha hecho con ritmos diferentes. Mientras que la tasa de crecimiento anual de la financiación pública fue de 6.6%, la de la financiación privada llegó a 11.4%. Entre tanto, la tasa de crecimiento anual para el periodo de la inversión internacional fue del 8.14%, pero su participación aún parece marginal.

En cuanto a la financiación por tipo de recurso de la I+D, la situación difiere un poco de la financiación en ACTI. Para el período completo de diez años, la financiación privada llega al 51%, la pública a cerca del 46% y la internacional al 3%. Sin embargo, la dinámica de los últimos cinco años presenta un aumento de la financiación privada al 54%, una disminución de la inversión pública al 40% y un aumento significativo de la inversión internacional a casi el 6% de la inversión nacional en I+D.

Figura 1.6 Financiación de la I+D por tipo de recurso, 2010 – 2019



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 – 2018

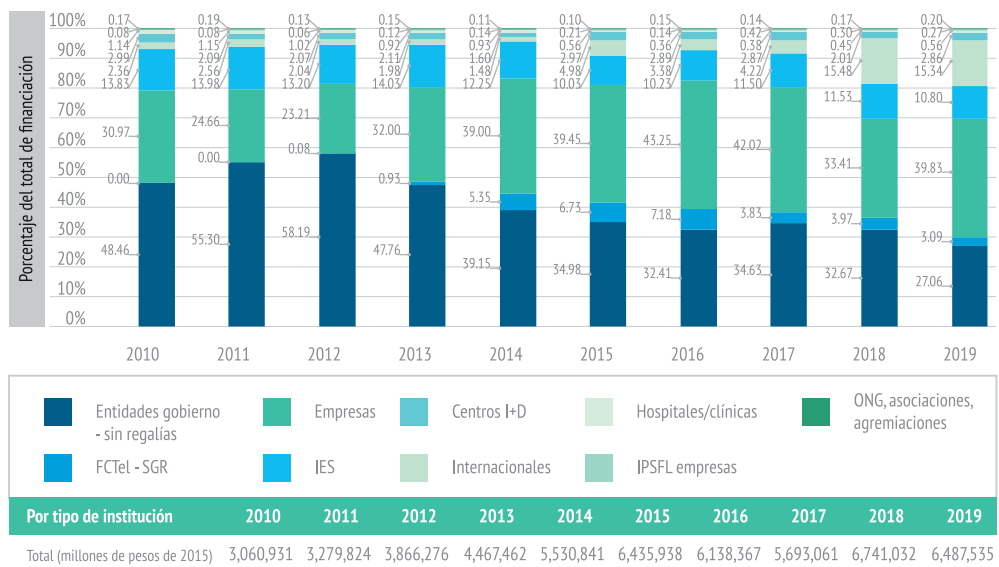
Cálculos: OCyT

Si se tienen en cuenta los valores en pesos de 2015, la tasa anual de crecimiento en este periodo de la financiación privada fue del 12%, mientras que la pública escasamente llega a un poco más del 3%. La tasa de crecimiento más alta fue la de recursos internacionales, llegando casi al 17%.

La financiación de las ACTI y la I+D por tipo de entidad financiadora se puede apreciar en las figuras 1.7 y 1.8, respectivamente. En cuanto a la financiación de las ACTI por tipo de institución (ver figura 1.7), las empresas se muestran con un poco menos del 40% en toda la serie; sin embargo, debe señalarse que las empresas ejecutan una gran cantidad de ACTI, casi todas con recursos propios; su comportamiento es similar al de los recursos privados visto arriba, cuya financiación aumentó significativamente en el segundo lustro. Ahora bien, hay entidades que son típicamente financiadoras como las entidades públicas y las internacionales.

Las entidades públicas, incluyendo Regalías, aportan cerca del 42% en toda la serie, siendo mayor la financiación durante los primeros cinco años y observándose una disminución en su participación en el período 2015 - 2019. Aquí es importante revisar lo que sucede con Regalías: entre 2012 (año en que empezó el FCTel-SGR) y 2019, la financiación de las ACTI con este rubro llega escasamente al 3.7% de toda la financiación, lo que pareciera no concordar en gran medida con lo esperado por el Gobierno Nacional. Sin embargo, es importante diferenciar entre lo aprobado por el Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) del FCTel-SGR y lo que se gasta efectivamente durante cada año, ya que muchos de estos proyectos son de largo alcance y lo que se aprueba no necesariamente se refleja de manera inmediata en la inversión.

Figura 1.7. Financiación de las ACTI por tipo de institución, 2010 - 2019



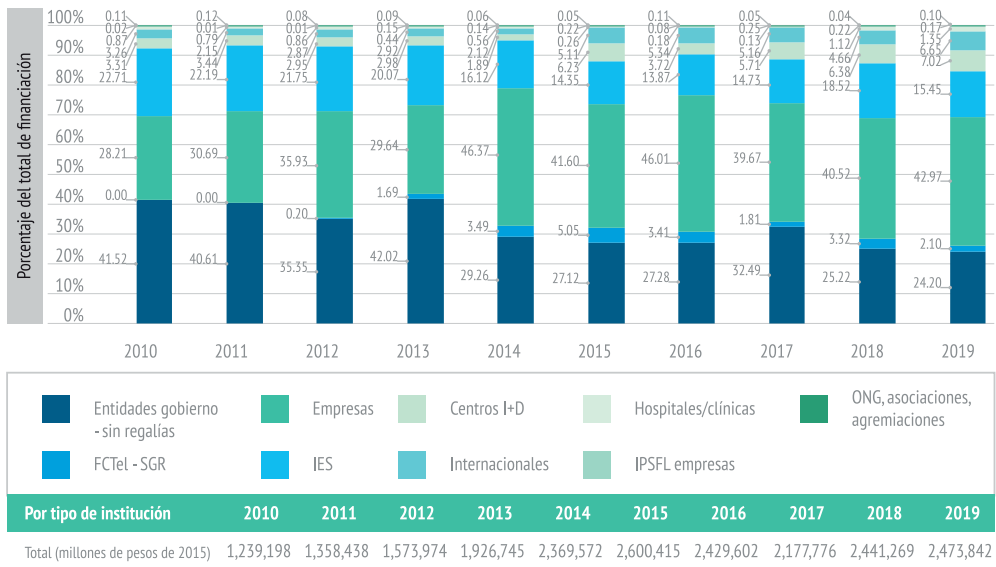
Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 - 2018

Cálculos: OCyT



Las IES y los Centros de I+D, como es de esperarse, no son grandes financiadores, sino ejecutores y, por tanto, consumen recursos de otras fuentes como las públicas y las empresariales; es por esto que entre estas dos categorías solo llegan al 17% de la financiación nacional, con un dinero que básicamente representa los recursos propios que invierten en actividades que ellos mismos ejecutan; normalmente, las IES y los Centros de I+D no financian actores diferente a ellos mismos. Aunque en mucha menor escala, lo mismo sucede con los otros grupos institucionales como los hospitales y clínicas, las IPSFL al servicio de las empresas y las ONG. En el caso de los recursos internacionales, se trata básicamente de financiadores, aunque su participación aún parece marginal.

Figura 1.8 Financiación de la I+D por tipo de institución, 2010 - 2019



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 - 2018

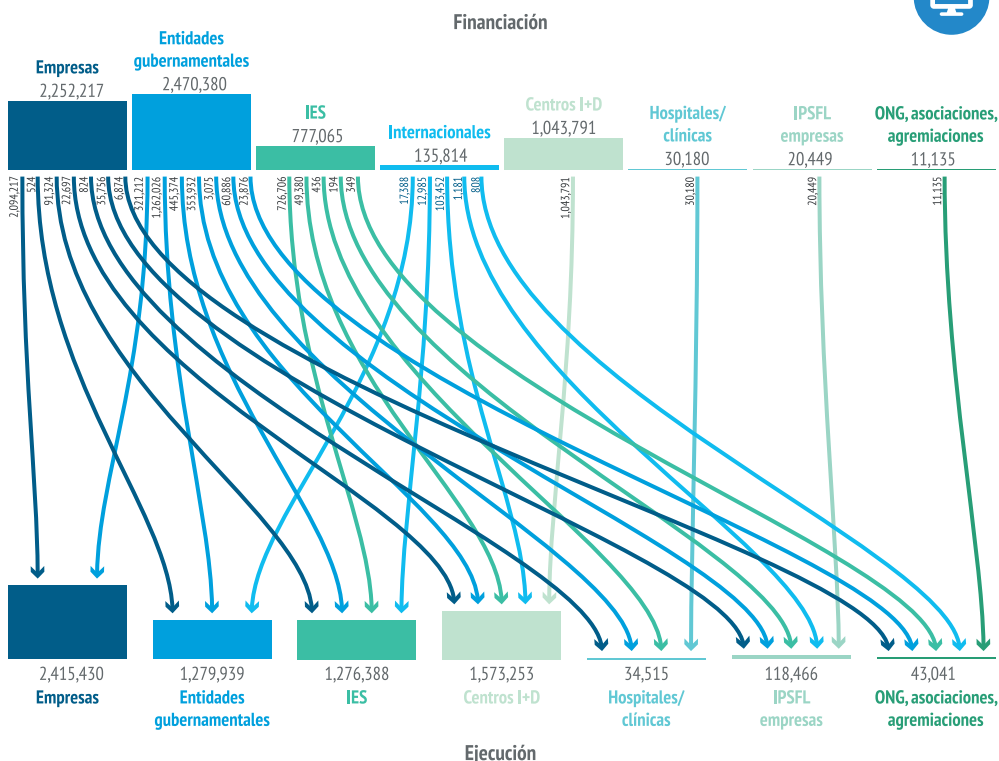
Cálculos: OCyT

La financiación de la I+D (ver figura 1.8) se comporta de manera similar a la de las ACTI, aunque la participación del sector público es aún menor: incluyendo Regalías no llega al 34% de participación en toda la serie. Las empresas llegan casi al 40% en toda la serie, aumentando considerablemente en el segundo lustro, pero sigue siendo válido lo anotado para las ACTI, en el sentido de que la mayor parte de la financiación de las empresas es para su propia ejecución. Las entidades internacionales, que son típicamente financiadoras, llegan al 4% de la financiación de la I+D en estos diez años.

De otra parte, igual que para las ACTI, las entidades que son típicamente ejecutoras y no financiadoras (IES, centros, salud, IPSFL) financian solamente parte de lo que ellas mismas ejecutan. Esto se puede observar en un análisis llevado a cabo anualmente en el que se publica el informe de indicadores. En la figura 1.9 se presenta para el último año (2018) el esquema de quién financia a quien y de qué tanto ejecuta cada grupo institucional. Allí se puede apreciar que existen entidades que son básicamente financiadoras, como las internacionales; entidades que financian y ejecutan, como las públicas y las empresas (las públicas más financiadoras y las empresas más ejecutoras); y entidades fundamentalmente ejecutoras que usan recursos propios para sus proyectos pero que son también receptoras de recursos, como lo son las IES, los centros, los hospitales y clínicas, las IPSFL al servicio de las empresas y las ONG.

“Las entidades públicas, incluyendo Regalías, aportan cerca del 42% en toda la serie, siendo mayor la financiación durante los primeros cinco años y observándose una disminución en su participación en el período 2015 - 2019.”

Figura 1.9 Financiación de ACTI por tipo de institución, 2018



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 - 2018.

Cálculos: OCyT. Los valores corresponden a millones de pesos de 2015.

En lo que tiene que ver con la regionalización de la inversión en ACTI e I+D, este es uno de los retos más importantes que tiene el OCyT tras a la presentación anual de los indicadores ACTI. En la tabla 1.1 se presenta, para los últimos tres años (2017, 2018 y 2019), la ejecución en I+D y ACTI realizada en los departamentos del país (incluye departamento y el Distrito Capital).

Desde el año 2012, primer año de funcionamiento del FCTel-SGR, la inversión en I+D y ACTI empezó a experimentar un importante proceso de democratización. Antes de esto era normal que la inversión

en I+D o ACTI fuera cero para algunos departamentos, especialmente en la Orinoquía y la Amazonía, y en lo relacionado con I+D. No obstante, como se muestra en la tabla 1.1, durante los últimos tres años hubo inversión en I+D y ACTI en los 32 departamentos y en el Distrito Capital.

A pesar de que actualmente hay inversión en todos los departamentos, esta continúa concentrándose en pocas entidades territoriales, aunque, por supuesto, con diferencias en cada una de ellas. Cuando se revisan los datos agregados, los datos de I+D y ACTI concuerdan mucho. Sumando Bogotá-Cundinamarca con Antioquia, la inversión en I+D y ACTI llega a un poco más de 64% (64.4% en I+D y 67.8% en ACTI). Si a esas tres entidades territoriales se les suma la ejecución de Santander y el Valle del Cauca, la inversión en I+D y ACTI llega a un poco más de 83% (82.2% en I+D y 83.6% en ACTI). Esto equivale a decir que en estas cinco entidades territoriales se han invertido durante los últimos tres años casi 6 billones de pesos en I+D y 15.8 billones en ACTI. Mientras tanto, para las otras 28 entidades territoriales la inversión en I+D (15.8% del total) es de un poco más de 1.1 billones de pesos, y para ACTI (16.4% del total) es cercana a los 3.1 billones.

Tabla 1.1 Inversión Nacional en ACTI e I+D por entidad territorial, 2017 - 2019



Departamento	Porcentaje de la inversión nacional 2017-2019	
	I+D	ACTI
Amazonas	0.855%	0.429%
Antioquia	31.579%	25.159%
Arauca	0.014%	0.090%
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	0.045%	0.107%
Atlántico	1.747%	2.550%
Bogotá D.C.	28.045%	38.376%
Bolívar	1.577%	1.109%
Boyacá	1.264%	1.093%
Caldas	1.456%	1.393%

continúa

Departamento	Porcentaje de la inversión nacional 2017-2019	
	I+D	ACTI
Caquetá	0.339%	0.304%
Casanare	0.138%	0.094%
Cauca	0.968%	1.000%
Cesar	0.425%	0.442%
Chocó	0.129%	0.157%
Córdoba	0.929%	0.727%
Cundinamarca	4.807%	4.322%
Guainía	0.020%	0.042%
Guaviare	0.044%	0.145%
Huila	0.302%	0.545%
La Guajira	0.221%	0.346%
Magdalena	0.774%	0.601%
Meta	1.563%	0.846%
Nariño	0.831%	1.303%
Norte de Santander	0.270%	0.852%
Putumayo	0.037%	0.127%
Quindío	0.215%	0.261%
Risaralda	0.486%	0.560%
Santander	10.872%	8.512%
Sucre	0.240%	0.225%
Tolima	0.818%	0.989%
Valle del Cauca	8.933%	7.236%
Vaupés	0.014%	0.013%
Vichada	0.043%	0.046%
<b>Total Nacional (en millones de pesos de 2019)</b>	<b>7,092,886</b>	<b>18,921,628</b>

**Fuentes:** OCyT; DANE - EDIT II a IX, EDITS IV a VI; Ruta N - Medición anual de innovación, 2015 – 2018

**Cálculos:** OCyT

A manera de conclusión de este capítulo, se puede hacer énfasis en el camino que se está trazando para lograr las metas del Plan de Desarrollo Pacto por Colombia – Pacto por la Equidad (2018-2022) en cuanto a la inversión nacional en ACTI e I+D.

- Los indicadores de inversión, resultantes del operativo de recolección de la información para los últimos tres años se muestran

estables, aunque lejos de las metas trazadas por el Gobierno Nacional para este cuatrenio en el Plan de Desarrollo. Tanto la inversión en ACTI como en I+D han conservado la tendencia general; esto no quiere decir que los mecanismos propuestos para alcanzar dichas metas no estén funcionando, sino que, más bien, podría pensarse en el rezago que conlleva implementar una medida y ver su impacto.

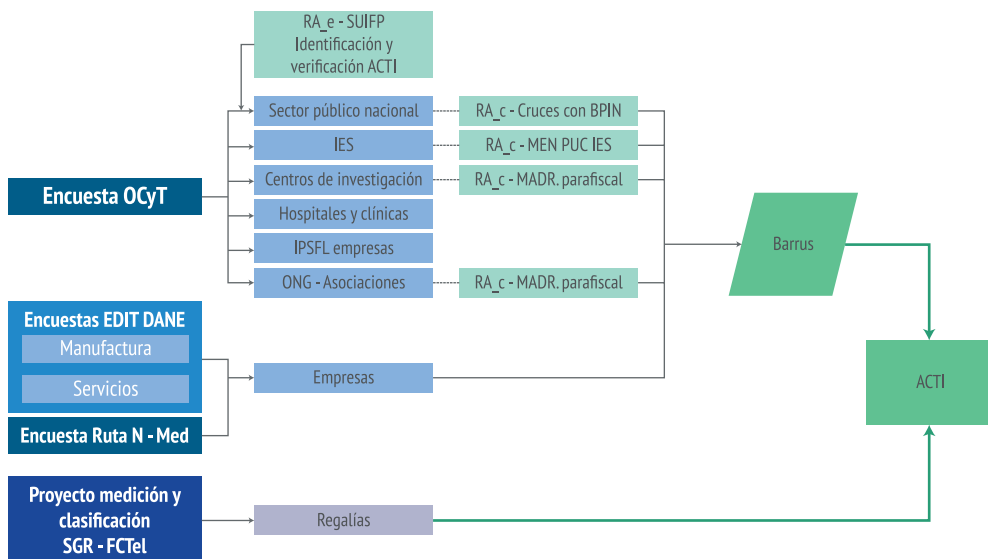
- Para alcanzar las metas previstas, es necesario estimular varios aspectos, siendo el más importante el aumento de la inversión. Esto puede ser posible de varias formas: i) que se entienda, por parte del sector privado, que invertir en ACTI e I+D es un buen negocio y que los incentivos que el Gobierno Nacional ofrece pueden hacer de esta una inversión muy atractiva; ii) Aumentar la inversión de las entidades públicas, más allá de utilizar únicamente los recursos del FCTel-SGR.
- Además de invertir más, se debe fortalecer el proceso de medición de la inversión, lo que es una tarea del OCyT. Así, se hace necesario: explorar, conjuntamente con algunas entidades públicas y privadas, nuevas formas de medir la inversión privada, fundamentalmente la de las empresas; revisar los directorios de las entidades que se encuestan; dedicar más tiempo a talleres de capacitación para que las entidades que responden se apropien de los conceptos y entiendan la importancia de reportar adecuada y completamente la información solicitada; y dedicar más tiempo y recursos a la ejecución del operativo de recolección de la información. Estas son algunas de las acciones que el OCyT deberá emprender para colaborar con su experticia a alcanzar las metas trazadas.

## Nota Metodológica

Luego de un trabajo detallado, en el que se revisaron los cambios implementados en los dos años anteriores (2017 y 2018) en la medición de la inversión en ACTI y en el cual también participaron otras entidades del sector como Colciencias, DNP y el DANE y algunos investigadores invitados, se decidió retomar el espíritu de la metodología que se venía implementando en el OCyT hasta el año 2016.

Esto incluyó actividades como revisar los formularios y las guías para ponerlos en sintonía con los cambios propuestos por los manuales internacionales como Frascati y Oslo; rescatar y actualizar el software utilizado para la recopilación de la información de las entidades (aplicativo Barrus); utilizar los registros administrativos como herramientas complementarias (tal como lo sugieren los manuales); retomar la metodología para el cálculo de la inversión anual de los proyectos de Regalías; y volver a realizar encuestas a cerca de 350 instituciones que ejecutan o financian ACTI. De este modo se llevó a cabo el levantamiento de información para el cálculo de los indicadores de inversión que se presentan.

Figura 1.10 Proceso de cálculo de la inversión en ACTI - 2019



Fuente: Elaboración propia

La figura 1.10 muestra la estructura con la que se calculó la inversión en ACTI, cuyos indicadores se presentan en este capítulo. Las encuestas aplicadas son el elemento principal del proceso y se complementan con diferentes tipos de registros administrativos. Estos últimos se pueden utilizar a la entrada del proceso, como es el caso de las entidades del PGN que indican cuáles entidades encuestar y cuáles no, debido a que no invierten en estas actividades; pero dichos registros también se pueden utilizar para complementar la información y para incluir datos faltantes.

De otra parte, se retomó la medición de la información de Regalías que había desarrollado el OCyT hace unos 5 años, la cual consistía en calcular, para cada proyecto, el gasto efectivo realizado en cada año; esto permite actualizar los tipos de ACTI, los tipos de entidades que hacen la inversión, las entidades territoriales en donde se hacía la inversión, entre otras.



Pero para tomar la decisión de regresar a aplicar encuestas a las entidades ejecutoras o financiadoras de ACTI y dejar de lado el cálculo de la inversión que utiliza únicamente registros administrativos, tuvieron un peso muy grande dos hechos: i) se perdió buena parte de las desagregaciones que se podían hacer cuando se utilizaban encuestas; no se podía definir si la información era de ejecución o de financiación; no fue posible desagregar la información por entidad territorial; no se pudo clasificar la I+D por área de la ciencia, entre otros inconvenientes; de 18 indicadores que se reportaban a la RI-CYT hasta 2017, en 2018 y 2019 solo se pudieron reportar ocho; ii) Para las denominadas Entidades de Conocimiento (IES y Centros de investigación) había un déficit de información de entre el 30% y el 40%; para las entidades públicas, entre tanto, se confundió completamente el concepto de ejecución real y el de financiación.



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

*<https://inversionlibro2019.ocyt.org.co/>*

o escaneando el código QR con tu celular.

## Referencias

DNP COLOMBIA. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Bogotá.

OCDE. (2002). *Manual de Frascati. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. París.

OCDE. (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. París.

OCDE. (2015). *Manual de Frascati. Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. París.

OECD. (2018). *Oslo Manual 2018. Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. París.

Salazar M. (2006). *Metodología para el cálculo del gasto en ciencia, tecnología e innovación en Colombia* (Informe final contrato de servicios de consultoría 012-2006 presentado al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y al Departamento Nacional de Planeación).

Recuperado de: [http://repositorio.minciencias.gov.co/bitstream/handle/111146/705/1716-OCYT\\_2006\\_METODOLOGIA\\_CALCULO.PDF?sequence=1](http://repositorio.minciencias.gov.co/bitstream/handle/111146/705/1716-OCYT_2006_METODOLOGIA_CALCULO.PDF?sequence=1)



# Capítulo

# 2



## Formación de recurso humano para la ciencia y la tecnología



María Paula Garavito Muñoz



Félix José Segura Sguerra

“A nivel departamental, se evidencia que existe una concentración del número de graduados de educación superior en ciertas zonas, principalmente en la ciudad de Bogotá y el departamento de Antioquia, seguidos por el Valle del Cauca, Atlántico y Santander.”

La relevancia del cálculo de indicadores sobre la formación de recurso humano para la ciencia y la tecnología reside en la necesidad actual de comprender las dinámicas de la educación superior, en particular la consolidación y fortalecimiento de las capacidades de las personas a partir de su formación académica. Lo anterior nos lleva a analizar las tendencias y cambios en la formación de recurso humano en el país en cuanto al desarrollo de competencias para realizar actividades científicas y tecnológicas, lo cual es un insumo relevante en la generación de nuevo conocimiento y la innovación.

El conocimiento es considerado como uno de los factores de mayor importancia para el desarrollo social, económico y productivo de un país. Promover y consolidar capacidades formativas para la ciencia permitirá fortalecer capital humano especializado para el desarrollo productivo y la sostenibilidad económica, y también impulsar la movilidad social para quienes desean hacer parte del campo científico. Invertir en la formación para la Ciencia, Tecnología e Innovación es fundamental, pero requiere de visión prospectiva, información sólida y análisis para la toma de decisiones en política pública.

En la realización de un análisis del comportamiento y consolidación de la formación de recurso humano en el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, se debe considerar la formación académica de las personas que ingresan a la educación superior. Como criterio principal para el presente análisis de indicadores en

formación de recurso humano para la ciencia y la tecnología, se tienen en cuenta las personas que reciben educación superior, haciendo especial énfasis en las que se encuentran en alto nivel (maestría y doctorado), ya que son en su mayoría el personal cualificado para el desarrollo de nuevo conocimiento y avances tecnológicos.

Asimismo, se destaca la importancia que tienen las políticas formativas en los últimos años, no solamente desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en el cumplimiento de su objetivo misional, sino también desde Colciencias en la orientación y fomento al fortalecimiento de las capacidades a través de becas y créditos-becas para el recurso humano de alto nivel. En este orden de ideas, se presentan orientaciones en la política pública para satisfacer las demandas académica y científica, las cuales no necesariamente corresponden de manera directa a las necesidades del mercado laboral en el ámbito profesional.

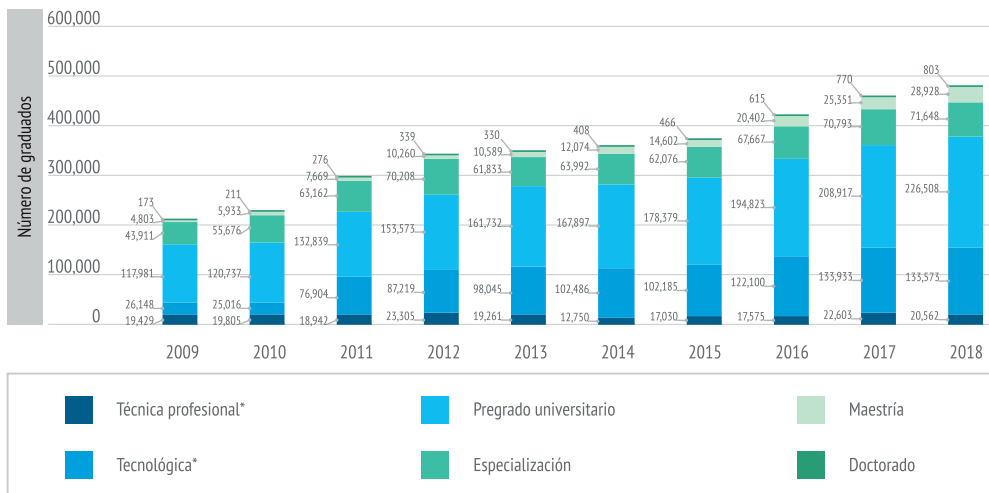
La principal fuente de información para este capítulo se concentra en las bases de datos del MEN y Colciencias. Para la realización de un análisis general de la formación del recurso humano en ciencia y tecnología, se presentan indicadores relacionados con los estudiantes graduados, la oferta académica, las becas otorgadas para cursar estudios de posgrado y los beneficiados por el programa de Jóvenes Investigadores.

Teniendo en cuenta lo anterior, y en evidencia de una focalización en la demanda académica, la figura 2.1 presenta la información relacionada con el número de estudiantes graduados en el país, la cual surge de la recopilación, consulta y normalización de las bases de datos disponibles en el MEN. Con esta información se realiza un seguimiento de los graduados en diferentes niveles de formación, lo cual brinda la oportunidad de realizar comparaciones a nivel internacional y generar insumos para el análisis de una política pública que esté orientada a mejorar el acceso y la permanencia, y a disminuir la tasa de deserción.



En la información reportada, el total de graduados de programas nacionales de los últimos diez años presenta un aumento continuo en todos los niveles de formación, siendo relevante el crecimiento del 83% y del 80% en los programas de nivel de maestría y en la formación tecnológica, respectivamente. Asimismo, se resalta el incremento en el número de graduados a nivel de formación doctoral (78%).

**Figura 2.1 Graduados en Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas por nivel de formación, 2009 - 2018**



**Fuente:** Ministerio de Educación Nacional (MEN), Sistema Nacional de Educación Superior (SNIES). Consulta y actualización a noviembre 2019.

**Nota:** El MEN realiza auditorías periódicas a la información reportada por las IES, esto explica diferencias con los datos suministrados en versiones previas.

\* La variación en el número de graduados para los niveles de técnica profesional y tecnológica obedece a la obtención de registro calificado de programas del SENA.

**Cálculos:** OCyT

El año 2018 presenta un aumento frente al año inmediatamente anterior en todos los niveles de formación, exceptuando los de formación técnica profesional y tecnológica, en los que se presenta una disminución en el número de graduados del 10% y 0.3%, respectivamente. Por otra parte, el nivel de maestría pasó de tener 25,351 graduados en 2017 a 28,928 en 2018 (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

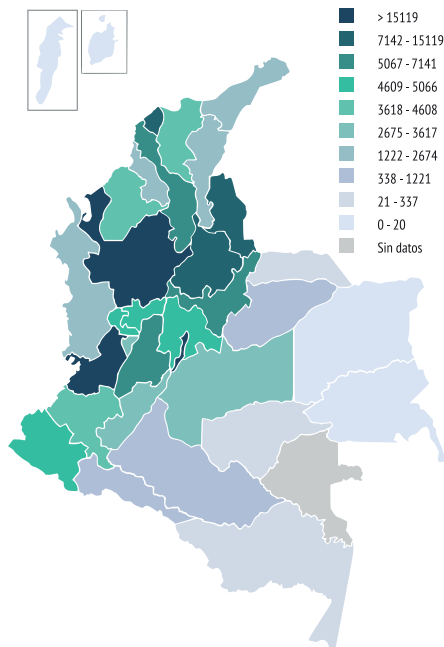
El aumento constante en los graduados de educación superior sugiere varios escenarios. Por un lado, existe una mayor oferta de programas en los diferentes niveles de formación, lo que lleva a una diversificación académica más ajustada a las necesidades de los estudiantes; por el otro, hay una necesidad más tangible de mejorar la cualificación en el mercado laboral, lo que quiere decir que las personas están cada vez más orientadas a dar continuidad a sus estudios con un nivel de formación superior.

A nivel departamental, se evidencia que existe una concentración del número de graduados de educación superior en ciertas zonas, principalmente en la ciudad de Bogotá y el departamento de Antioquia, dado que la oferta de programas en instituciones de educación superior está focalizada principalmente en estos territorios, seguidos por el Valle del Cauca, Atlántico y Santander.

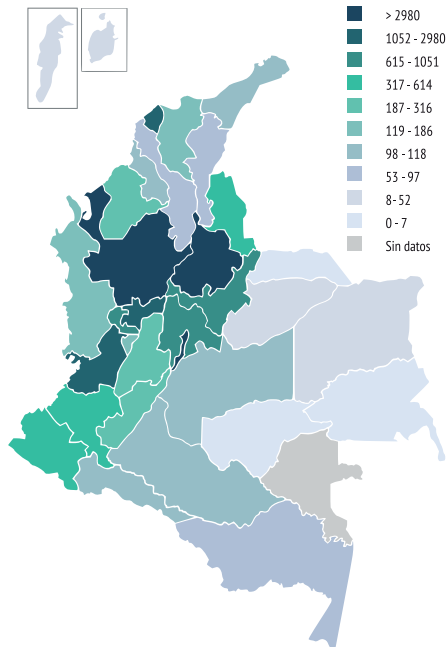
Figura 2.2 Graduados en Instituciones de Educación Superior por entidad territorial, 2018



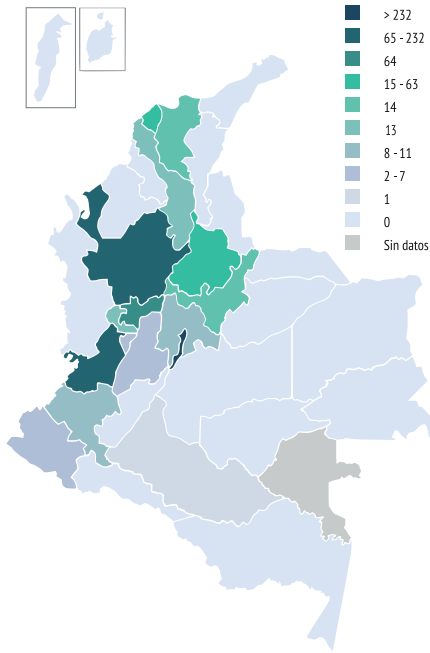
Distribución por entidad territorial de graduados en pregrado



Distribución por entidad territorial de graduados en maestría



### Distribución por entidad territorial de graduados en doctorado



Entidad territorial	Pregado	Maestría	Doctorado
Bogotá D.C.	82,038	10,554	313
Antioquia	26,137	3,184	211
Valle del Cauca	16,383	2,502	69
Atlántico	12,167	1,670	27
Santander	11,703	3,601	28
Norte de Santander	7,202	529	0
Bolívar	7,101	607	13
Tolima	6,552	216	4
Boyacá	5,530	687	14
Cundinamarca	5,015	798	11
Risaralda	4,847	726	13
Caldas	4,697	1,432	64
Nariño	4,690	358	6
Magdalena	4,281	158	14
Córdoba	4,208	260	0
Cauca	3,899	319	9
Huila	3,337	305	0
Meta	3,318	110	0
Quindío	2,792	131	6
Cesar	2,645	58	0
Sucre	2,639	78	0
Chocó	1,397	150	0
La Guajira	1,239	107	0
Caquetá	1,064	100	1
Casanare	845	44	0
Putumayo	342	115	0
Arauca	332	0	0
Guaviare	46	1	0
Amazonas	28	74	0
Vichada	18	32	0
Guainía	15	2	0
San Andrés y Providencia	1	20	0
<b>TOTAL</b>	<b>226,508</b>	<b>28,928</b>	<b>803</b>

**Fuente:** Ministerio de Educación Nacional (MEN), Observatorio Laboral para la Educación (OLE). Consulta y actualización, diciembre 2019.

**Cálculos:** OCyT

Si bien el análisis de la formación para la ciencia y la tecnología se ha presentado para todos los niveles de educación superior, se hace a continuación un especial énfasis en las dinámicas que se dan en la formación de alto nivel (maestría y doctorado), ya que, en su mayoría, las personas que realizan actividades de investigación y desarrollo se concentran en estos niveles de formación; esto sin desconocer el rol que ha tenido la política pública en el mejoramiento de los niveles técnicos, tecnológicos y de pregrado en el ámbito investigativo, promoviendo los semilleros de investigación y programas orientados a una focalización en este escenario.

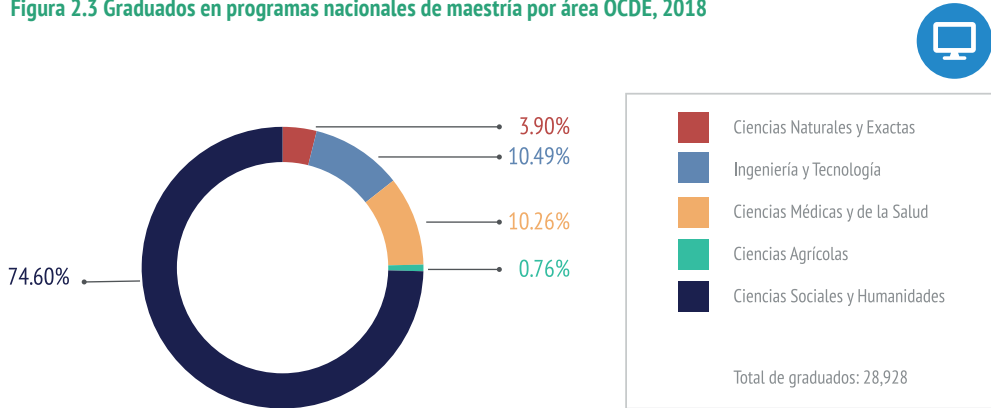
En los últimos diez años, el número de graduados de educación superior ha tenido un crecimiento constante de manera general. Sin embargo, al analizar las tendencias de estos graduados por áreas OCDE, se observa que el crecimiento ha sido diverso: el área de las Ciencias Médicas y de la Salud, con un 91%; seguida por las Ciencias Sociales y Humanidades<sup>1</sup> con un 85%; la Ingeniería y Tecnología, con un 71%; las Ciencias Naturales y Exactas, con un 64%; y, por último, las Ciencias Agrícolas, con un 67%.

La composición anterior, correspondiente a la última década, difiere del cambio observado entre 2017 y 2018 en el número de graduados, ya que en 2018 se presenta un mayor número en las Ciencias Naturales y Exactas, seguidas por Ciencias Agrícolas; Ciencias Sociales y Ciencias Médicas y de la Salud; e Ingeniería y Tecnología (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

---

<sup>1</sup> Según la OCDE, para la clasificación de áreas de Ciencia y Tecnología se agrupan las Ciencias Sociales y las Humanidades, teniendo en cuenta el carácter interdisciplinar de algunos programas de maestría y doctorado. Para los cálculos realizados por el OCyT se mantiene esta clasificación, a fin de mantener la consistencia con la clasificación por núcleo básico de conocimiento propuesto por el MEN.

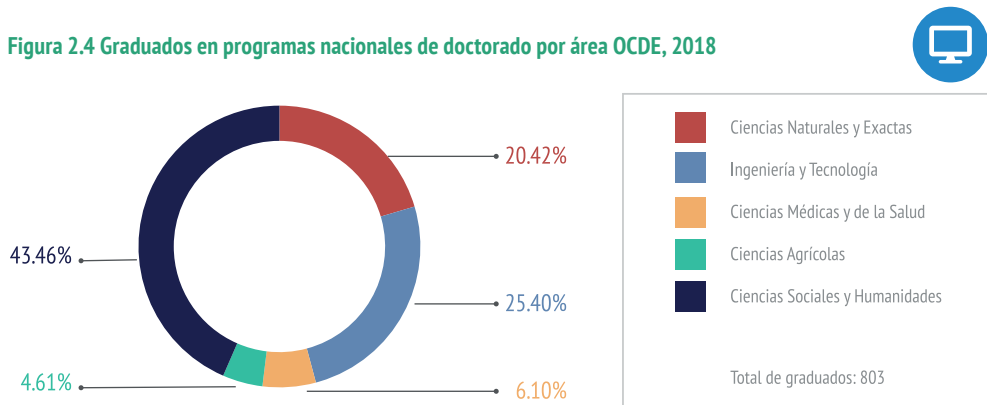
Figura 2.3 Graduados en programas nacionales de maestría por área OCDE, 2018



**Fuente:** MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2019  
**Cálculos:** OCyT

En el caso de los graduados a nivel doctoral, se tiene que en el patrón de crecimiento constante que se ha visto en los últimos diez años, por área OCDE, sobresale el aumento de graduados en las Ciencias Sociales y Humanidades, con una tasa de crecimiento de 84%, seguido por el área de Ingeniería y Tecnología, con un 80%; las Ciencias Médicas y de la Salud y las Ciencias Agrícolas, con un 73% cada una; y, finalmente, las Ciencias Naturales y Exactas, con una tasa de crecimiento del 65%.

Figura 2.4 Graduados en programas nacionales de doctorado por área OCDE, 2018



**Fuente:** MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2019  
**Cálculos:** OCyT

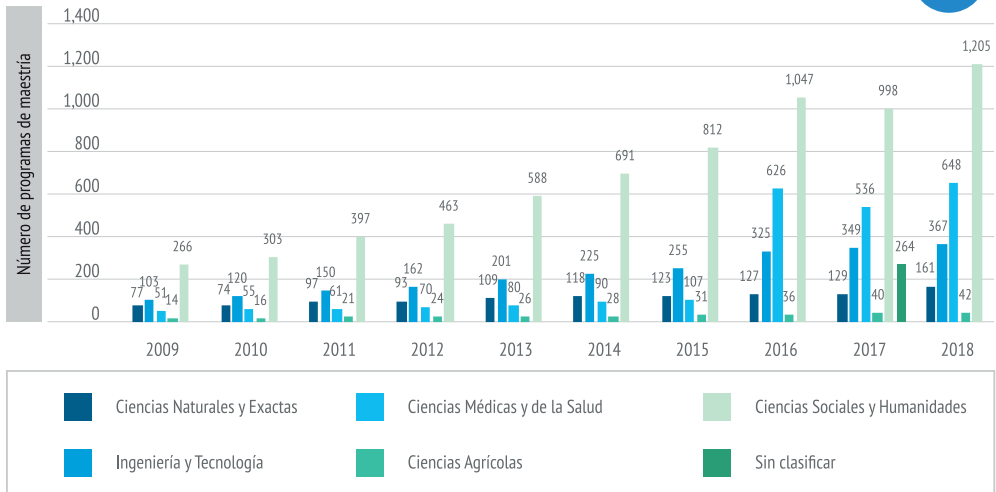
Para el año 2018, en el país hubo 803 graduados de doctorado. Respecto al año anterior, predominó el aumento de graduados en Ingeniería y Tecnología, seguido por las Ciencias Agrícolas y en menor proporción por las Ciencias Naturales y Exactas, y las Ciencias Médicas y de la Salud. Para el caso de las Ciencias Sociales y Humanidades, el número de graduados de doctorado se mantuvo igual respecto al año anterior.

El crecimiento constante de los graduados de educación superior durante la última década responde en buena medida al crecimiento del sector educativo, a la oferta por parte de las universidades en todos los niveles de formación y a la demanda y exigencia del mercado laboral de una mejora en los niveles de formación de los egresados.

Respondiendo a la demanda del sistema educativo, la oferta de programas de educación superior ha mostrado un crecimiento sostenido durante los últimos diez años. Para el cálculo de estos indicadores se tienen en cuenta, como criterio fundamental, los programas que reportan estudiantes matriculados durante el año de observación. La principal fuente de información es la base de datos de la plataforma del Sistema Nacional de Instituciones de Educación Superior (SNIES) del MEN.

“En el caso de los graduados a nivel doctoral, se tiene que en el patrón de crecimiento constante que se ha visto en los últimos diez años, por área OCDE, sobresale el aumento de graduados en las Ciencias Sociales y Humanidades, con una tasa de crecimiento de 84%, seguidas por el área de Ingeniería y Tecnología con un 80%.”

Figura 2.5 Programas nacionales de maestría por área OCDE y NBC, 2009 - 2018



**Fuente:** MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2019  
**Cálculos:** OCyT

En los últimos diez años, la oferta de programas de maestría tuvo un crecimiento del 78%, mientras que el de programas de doctorado fue de un 66%; para el año 2018, los programas de Ciencias Sociales y Humanidades representaron casi el 50% de la oferta total, tanto para maestría como para doctorado. En el caso de los programas de maestría, después de las Ciencias Sociales y Humanidades predominan las Ciencias Médicas y de la Salud (27%), seguidas por las Ingenierías (15%) y en una menor proporción por la oferta de programas de Ciencias Naturales y Exactas (7%) y las Ciencias Agrícolas (2%).

Durante el año 2018, se destaca el aumento con respecto al año inmediatamente anterior de programas de maestría como Bacteriología, Enfermería, Artes Representativas, Sociología y Trabajo Social; si bien estos son los programas que tuvieron un mayor aumento en la oferta de 2017 a 2018, en los años siguientes a 2016 hay también una tendencia creciente importante en la oferta de programas de

maestría relacionados con la Administración y la Medicina (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

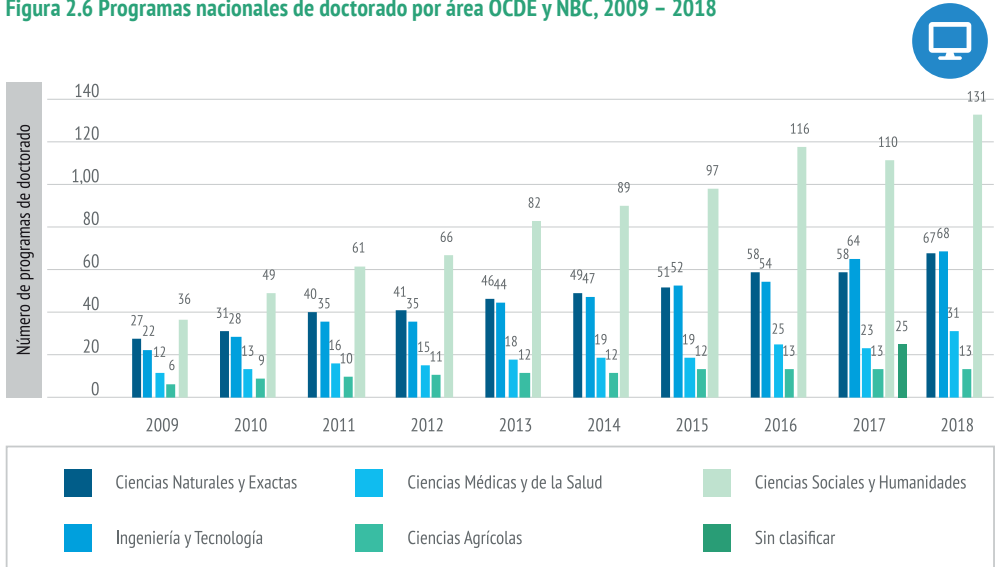
Vale la pena resaltar que aunque los programas de maestría estaban orientados al fortalecimiento del componente investigativo, durante los últimos años la oferta se ha ampliado a maestrías con un enfoque de profundización y también ha crecido la cantidad de programas ofrecidos en formato virtual. Si bien el alcance de este capítulo no está orientado a profundizar en la calidad de la formación, es importante considerar los aspectos mencionados anteriormente y su incidencia en una transformación en el comportamiento de la oferta para este nivel de formación.

En la oferta de los programas de doctorado se observa una tendencia creciente (ver figura 2.6); sin embargo, esta es menor a la que se da para los programas de maestría. Esto responde a una composición diferencial y netamente enfocada en el componente investigativo, propio de este nivel de formación y de las características en términos de calidad que estos programas deben ofrecer.

En los últimos diez años, la creciente oferta en programas de doctorado se ha orientado a las Ciencias Sociales y Humanidades (42%), y a las Ciencias Naturales y Exactas (22%) y las Ingenierías (22%), seguidas por las Ciencias Médicas y de la Salud (10%) y en una menor proporción por las Ciencias Agrícolas (4%). Para el año 2018, se destaca la creación de un programa en Bacteriología, así como el crecimiento de programas relacionados con la Geología, la Ingeniería Agroindustrial y la Bibliotecología (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).



Figura 2.6 Programas nacionales de doctorado por área OCDE y NBC, 2009 – 2018



**Fuente:** MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2019  
**Cálculos:** OCyT

En año 2018, se ofertaron 310 programas a nivel de doctorado, 17 más que el año anterior. A diferencia de los programas de maestría, no hay universidades en Colombia que operen bajo modalidad virtual en este nivel de formación, opción que sí existe en otros países como España, Argentina y México.

El nivel de doctorado, como máximo nivel de formación, es relevante en términos de aportes de producción e innovación, toda vez que son las personas de este nivel las que más aportan a la generación de nuevo conocimiento y a la innovación. En el capítulo que aborda el tema de Capacidades Científicas se amplía la información relativa a los niveles de producción científica y tecnológica con los que cuenta el país.

Teniendo en cuenta estructura de la educación superior en Colombia, en la que se puede identificar diferenciación en el acceso, debida en gran parte a los altos costos asociados a la realización de un posgrado, las políticas e incentivos se han orientado al diseño de diversas formas de financiación para cursar una maestría o un doctorado.

Los incentivos otorgados para la formación de alto nivel (maestrías y doctorados) en el ámbito nacional e internacional están representados por el número de becas, créditos-becas o créditos condonables otorgados principalmente por entidades como Colciencias o el ICETEX. Aunque hay más entidades oferentes de este tipo de apoyos (Fundación Mazda, Ecopetrol, Banco de la República, embajadas, entre otras), son estas entidades las que tienen mayor representatividad en la oferta de becas.

Para dar una definición general, las becas son aportes económicos totales o parciales otorgados por una institución de carácter público o privado para que las personas puedan acceder a la educación superior. En Colombia existen diferentes opciones de becas y diferentes instituciones que financian becas para cursar programas de educación superior en Colombia y en el exterior.

Tabla 2.1 Becas, créditos y becas - crédito según institución oferente, 2009 - 2018



Institución oferente	Nivel de Formación	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ICETEX	Maestría	273	1,938	2,480	2,242	468	3,390	3,158	2,975	1,949	1,716
	Doctorado	27	84	141	123	7	141	91	93	91	106
Colciencias	Maestría	21	6	3	841	774	1,803	1,503	1,426	1,287	1,516
	Doctorado	319	462	571	870	780	1,436	997	710	738	406

Fuente: Colciencias e Icetex

Cálculos: OCyT

Al hacer referencia al número de becas otorgadas, y más específicamente en Colombia, se debe explicar en qué consiste un crédito-beca; sin embargo, ello depende del tipo de institución que la oferte. Si bien las becas están destinadas a la educación superior, el crédito-beca está enfocado a la realización de estudios de posgrado (maestría y doctorado).

“En los últimos diez años, la creciente oferta en programas de doctorado se ha orientado a las Ciencias Sociales y Humanidades (42%), y a las Ciencias Naturales y Exactas (22%) y las Ingenierías (22%), seguidas por las Ciencias Médicas y de la Salud (10%) y en una menor proporción por las Ciencias Agrícolas (4%).”

Cada una de las instituciones tiene autonomía propia en los procesos de selección y otorgamiento de becas, aunque todas coinciden en que los becados deben volver al país y permanecer en él por lo menos tres años. Esto según la ley 30 de 1992, en la cual también se establecen criterios propios de modos de financiación en cuanto a la educación superior.

En el año 2018, de las 1,922 becas otorgadas por Colciencias, el 73% fueron para ser cursadas en el exterior; de estas, el 60% corresponde a programas de Ciencias Sociales y Humanidades, el 24% a Ingenierías y Tecnologías, y un 5% a áreas de las Ciencias Naturales, Ciencias Médicas y de la Salud, y Ciencias Agrícolas.

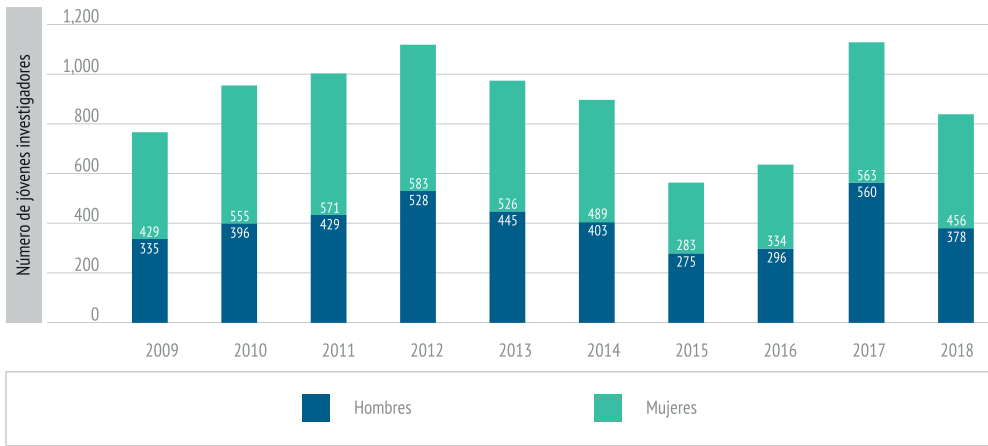
Entre 2009 y 2018, se observa una disminución en el otorgamiento de becas tanto de maestría como de doctorado. Después del 2014 esta corresponde al recorte en el Presupuesto General de la Nación (PGN) para el sector de Ciencia y Tecnología (ver tabla 2.1). Parte de los argumentos a favor de este recorte se centraron en que los recursos otorgados en años anteriores no habían sido ejecutados en su totalidad. Este rubro tiende a disminuir año a año.

A pesar de lo mencionado anteriormente, el rol que ha tenido Colciencias en el fortalecimiento de la formación de recurso humano para la ciencia y la tecnología ha sido relevante a nivel nacional. Ha sido a través de esta entidad que se han materializado distintas políticas y estrategias que han propendido por el fortalecimiento de actividades investigativas.

Un ejemplo de lo anterior es el programa de Jóvenes Investigadores e Innovadores, una estrategia de apoyo a la formación en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación que ha permitido que jóvenes recién egresados de pregrado o pendientes por grado puedan presentarse a convocatorias de Colciencias con una propuesta de investigación avalada previamente por un grupo de investigación reconocido. El desarrollo del proyecto puede ser financiado durante un año.

Para el año 2018, según Colciencias, se beneficiaron 842 jóvenes en el marco de este programa, los cuales tienen un periodo de un año para adelantar su investigación. La subvención recibida cubre los costos salariales del joven investigador y equivale a 3 SMLV que son administrados por la entidad que avaló su presentación a la convocatoria y que también se encarga de su vinculación y de otorgar una contrapartida del 40% del total de la beca-pasantía.

Figura 2.7 Jóvenes investigadores apoyados por Colciencias según sexo, 2009 - 2018



Fuente: Minciencias, 2020.

Cálculos: OCyT

Durante el periodo de observación, se evidencia un mayor número de mujeres beneficiadas por este programa, lo cual, si bien no hace parte de los términos oficiales de las convocatorias, obedece a efectos de otras políticas orientadas a darle relevancia a las mujeres en el ámbito científico, tecnológico y de innovación.

Este programa ha ayudado a la realización de actividades de investigación y al desarrollo de grupos de investigación pertenecientes a universidades o centros de investigación. Se destaca, por un lado, el apalancamiento de recursos para financiar a jóvenes investigadores, con los cuales las instituciones no contaban en muchas ocasiones; y, por otro, el fomento a la investigación en campos reales de aplicación.

De acuerdo al análisis anterior, puede concluirse lo siguiente:

- La cobertura en Colombia para acceso a educación superior sigue siendo muy baja con respecto a otros países. Para el año 2018, la tasa de cobertura para la matrícula de pregrado era del 52%, según datos del MEN.
- Durante el año 2018 se destaca el crecimiento en la oferta de programas de maestría y doctorado; sin embargo, este aumento no necesariamente corresponde a las necesidades del mercado laboral.
- Las diversas instituciones que financian becas y créditos-becas juegan un papel importante en el desarrollo y fortalecimiento de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

## Nota Metodológica

El capítulo de Formación para la Ciencia y Tecnología presenta indicadores sobre las tendencias y dinámicas del recurso humano en el país y sobre su capacidad para realizar actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel), lo que es considerado un insumo fundamental para la generación de nuevo conocimiento, el desarrollo de nuevas tecnologías y el fortalecimiento de la innovación. Los indicadores de este capítulo describen la oferta académica, el número de graduados, los apoyos dirigidos a la formación de alto nivel y el programa de jóvenes investigadores financiados por Colciencias.

La construcción de los indicadores se realiza en la ventana de observación 2009-2018, a través de la consulta y normalización de la información disponible sobre el número de graduados y de programas ofertados en fuentes secundarias, como la plataforma del Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) y del Observatorio Laboral para la Educación (OLE), ambas pertenecientes al Ministerio de Educación Nacional.

Con relación a los incentivos otorgados para la formación de alto nivel (maestrías y doctorados) en los contextos nacional e internacional, es importante señalar que se da un cambio respecto a la información presentada en los años anteriores, ya que para el 2018 solo se toma como referencia la información puesta a disposición por ICETEX y Colciencias relativa al número de créditos-becas otorgados por estas dos instituciones.

Para la información sobre Jóvenes Investigadores e Innovadores se utilizó la plataforma ScienTI de Colciencias.



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

*<https://formacionlibro2019.ocyt.org.co/>*

o escaneando el código QR con tu celular.







# Capítulo

# 3



## Capacidades nacionales para la generación de nuevo conocimiento



Laura Daniela Ramírez Sánchez

“De acuerdo con la información reportada en la plataforma ScienTI para el 2018, las grandes áreas de conocimiento con mayor cantidad de investigadores que cumplen con los criterios del modelo de medición del OCyT son: Ingeniería y Tecnología, con un 29.98%; Ciencias Naturales y Exactas, con un 26.74%; y Ciencias Médicas y de la Salud, con un 19.74%.”

**E**l estudio de las capacidades nacionales de investigación para la generación de nuevo conocimiento en ciencia y tecnología ayuda a comprender mejor la demanda y la oferta de personas con calificaciones sólidas en este sector para el desarrollo de los sistemas de innovación, así como identificar fortalezas y oportunidades de mejora en torno a la formación de alto nivel, y comprender la interacción de grupos y centros de investigación con otros agentes, como el sector productivo. Así pues, el objetivo de este capítulo es describir el estado actual del capital humano para el desarrollo de actividades científicas en Colombia y brindar información sobre la oferta de investigadores en universidades, centros de investigación y demás entidades del sistema de innovación.

Se presentan aquí los principales indicadores calculados para los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI) encargados de la generación de conocimiento científico. Estos indicadores son calculados a partir de la información contenida en la plataforma Scienti del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) que corresponde a los registros de los aplicativos CyLAC, GrupLAC e InstituLAC para el cierre de la convocatoria 833 del año 2018, cuyos resultados se publicaron en noviembre de 2019.

El conjunto de indicadores cuenta con diferentes variables que permiten analizar el comportamiento de estos actores a lo largo de las series de tiempo, como gran área OCDE<sup>1</sup>, rango etario, género, antigüedad, entre otras. Estas desagregaciones permiten dar cuenta de las dinámicas de producción de alta calidad que se están generando en los grupos de investigación en el país.

El análisis descriptivo que se muestra en esta sección brinda al lector algunas de las principales cifras que sirven como aproximación a la identificación de las capacidades del capital humano de alto nivel con el que cuenta el país para realizar actividades científicas y tecnológicas. Asimismo, resaltan la importancia de establecer condiciones adecuadas como la inversión en investigación, la generación de incentivos que fomentan la investigación temprana y los espacios para el desarrollo de la producción de alto impacto en Colombia. Estos indicadores sirven además de insumo para realizar análisis detallados en las diferentes áreas de conocimiento que podrían estar rezagadas respecto al avance de la ciencia a nivel internacional.

En primer lugar, es importante definir qué se comprende por grupo de investigación y cuál es su alcance. Así pues, se entiende como grupo de investigación “al conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas, de acuerdo con un plan de trabajo de corto, mediano o largo plazo” (Colciencias, 2018).

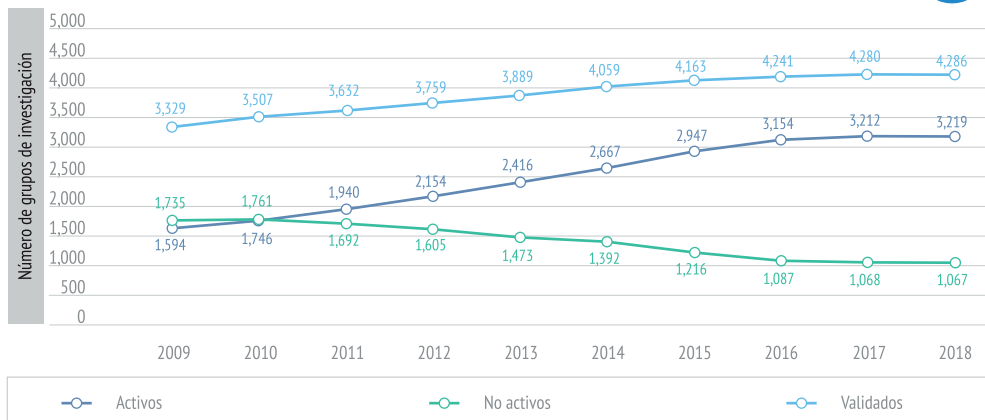
Partiendo de la definición anterior, la figura 3.1 muestra el número de grupos de investigación según el criterio de actividad. Se observa que los grupos activos han aumentado a lo largo de la serie. Por ejemplo, para el año 2009 se contabilizaron 1,594 grupos de investigación con producción

---

<sup>1</sup> Las grandes áreas según la OCDE son: Ciencias Naturales y Exactas; Ingeniería y Tecnología; Ciencias Médicas y de la Salud; Ciencias Agrícolas; y Ciencias Sociales y Humanidades.

en las categorías de análisis, mientras que para el final del periodo analizado estos aumentaron en un 102% (3,219 grupos). La serie mantiene la coherencia, dado que los grupos no activos tienden a la baja.

Figura 3.1 Grupos de investigación según criterio de actividad, 2009 - 2018.



Fuente: Plataforma Scienti - aplicativo GrupLAC.

Cálculos: OCyT

Con relación a la distribución de los grupos de investigación según la tipología de las instituciones que los avalan, se encuentra que la mayor parte corresponde a las instituciones de educación superior públicas, con 1,641 grupos de investigación activos reconocidos en el año 2018, seguidas por las instituciones de educación superior privadas y por los centros de investigación y entidades gubernamentales, con 1,267 y 121 grupos activos respectivamente (ver tabla 3.1). Vale la pena recalcar que un grupo de investigación puede estar avalado por más de una institución, sin discriminación de tipología. Para este análisis desde el OCyT, los grupos que están vinculados a instituciones con dos o más tipologías diferentes son contabilizados de forma independiente.

A partir de la convocatoria 693 de 2014, se requirió como uno de los requisitos para el reconocimiento y clasificación de grupos de investigación, que la institución avalara al grupo antes de la medi-

ción, ya que previamente los grupos obtenían un aval institucional de carácter permanente. Este nuevo requerimiento da la posibilidad a las instituciones de reconsiderar el aval a los grupos, de no avalar grupos inactivos cuya investigación no se vea reflejada en la producción de nuevo conocimiento y, además, de aplicar criterios condicionantes al aval.

El principal cambio agregado para la convocatoria 833 de 2018 fue la inclusión de los siguientes productos: notas científicas, poblaciones mejoradas de razas pecuarias, colección científica, nuevo registro científico, producto nutracéutico, protocolos de vigilancia epidemiológica, conceptos técnicos, nuevas secuencias genéticas y generación de contenido de audio (resultado del trabajo con la Mesa técnica de Institutos públicos de investigación sobre el Modelo de Grupos e Investigadores).

**Tabla 3.1 Grupos de investigación activos según tipo de institución avaladora, 2009 - 2018.**



Tipo de institución	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
IES públicas	956	1,012	1,108	1,207	1,324	1,417	1,532	1,616	1,636	1,641
IES privadas	509	590	675	779	889	999	1,134	1,223	1,247	1,267
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	73	82	87	95	96	102	105	106	110	96
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	22	24	30	32	40	40	41	41	35	30
Hospitales y clínicas	65	83	87	96	111	114	123	125	117	117
Empresas	22	21	25	25	29	32	35	33	27	25
Entidades gubernamentales	13	15	16	19	32	54	79	105	116	121
IPSFL al servicio de las empresas	5	6	6	7	9	10	10	9	8	7
Otras entidades de educación	0	0	2	2	2	2	0	0	1	1
Internacional	12	11	11	13	13	12	11	11	11	7
Sin clasificar	89	105	114	133	163	195	214	235	249	258

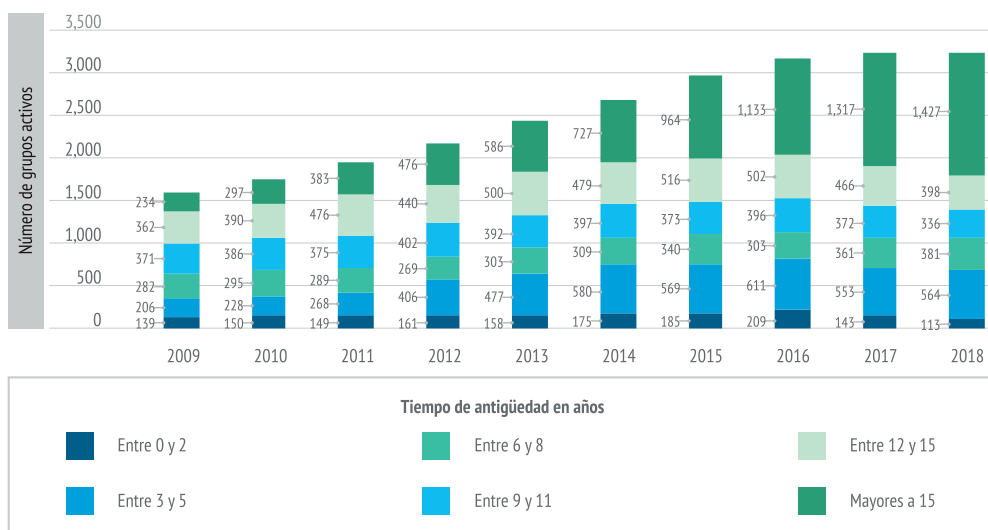
**Fuente:** Plataforma Scienti - aplicativo GrupLAC.

**Cálculos:** OCyT.



La figura 3.2 muestra la distribución de los grupos de investigación activos, teniendo en cuenta el año de formación registrado en GrupLAC. Se observa que para el año 2018 la mayor cantidad de grupos activos se encuentra en la categoría de mayores a 15 años; es decir, que hay una estabilidad en el tiempo de la mayoría de estos. Adicionalmente, se ve una reducción en el número de grupos nuevos (de 0 a 2 años), lo que puede obedecer a que las instituciones propenden por la creación de menos grupos de investigación en pro del fortalecimiento de los ya existentes y de la mejora en la calidad de sus productos de investigación.

Figura 3.2 Grupos de investigación activos según antigüedad<sup>2</sup> en años, 2009 - 2018.



Fuente: Plataforma Scienti - aplicativo GrupLAC.

Cálculos: OCYT

<sup>2</sup> La antigüedad del grupo de investigación hace referencia al número de años que tiene el grupo desde su formación hasta el año de análisis. Por ejemplo, para el año 2009 existían 139 grupos activos con una antigüedad menor a dos años.

En la tabla 3.2 se muestra la distribución de los grupos de investigación activos cuya gran área de conocimiento<sup>3</sup> registrada en GrupLAC se encuentra dentro de las propuestas por la OCDE (Ciencias Agrícolas; Ciencias Médicas y de la Salud; Ciencias Naturales y Exactas; Ciencias Sociales; Humanidades; e Ingeniería y Tecnología). De esta distribución se puede inferir que la mayor parte de los grupos de investigación que están generando producción de alta calidad pertenecen al área de conocimiento Ciencias Naturales y Exactas; sin embargo, desde que el número de estos grupos alcanzó su máximo (829) en el año 2016, estos tienden a la baja. Por otro lado, los grupos activos que registran áreas de conocimiento como Ingeniería y Tecnología, y Ciencias Médicas y de la Salud presentan tendencia al alza a lo largo de la serie, mientras que las Humanidades y las Ciencias Agrícolas tienden a la baja.

**Tabla 3.2 Grupos de investigación activos según gran área de la ciencia y la tecnología OCDE, 2009 - 2018.**



Gran área de la ciencia y la tecnología OCDE	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ciencias Naturales y Exactas	494	545	604	647	692	731	788	829	821	802
Ingeniería y Tecnología	374	403	466	528	593	655	727	790	819	825
Ciencias Médicas y de la Salud	325	361	378	418	483	526	576	612	615	635
Ciencias Agrícolas	104	104	104	112	133	146	160	168	174	164
Ciencias Sociales	227	257	304	352	406	483	549	608	633	652
Humanidades	70	76	84	97	109	126	147	147	150	141
<b>Total</b>	<b>1,594</b>	<b>1,746</b>	<b>1,940</b>	<b>2,154</b>	<b>2,416</b>	<b>2,667</b>	<b>2,947</b>	<b>3,154</b>	<b>3,212</b>	<b>3,219</b>

**Fuente:** Plataforma Scienti - aplicativo GrupLAC.

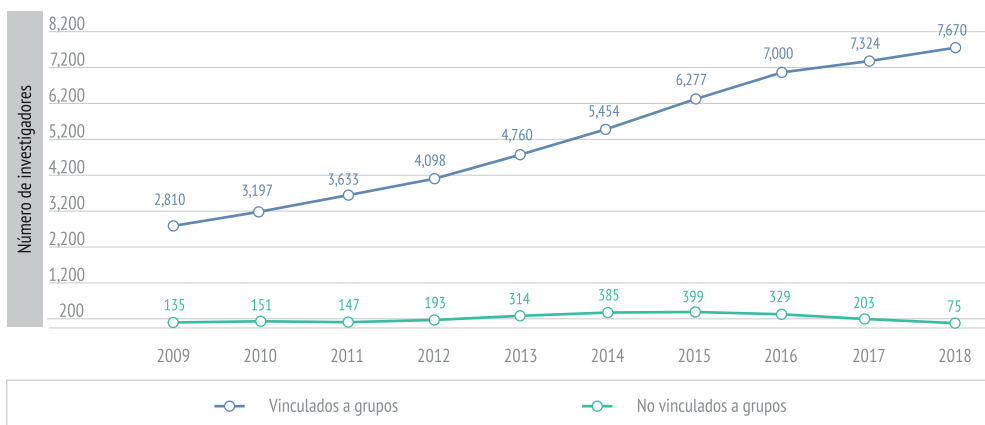
**Cálculos:** OCyT

<sup>3</sup> Los grupos de investigación registran en el aplicativo GrupLAC su área de la ciencia y la tecnología. Para la construcción de esta tabla se toma ese registro y se realiza la equivalencia con las grandes áreas definidas por la OCDE.

Los investigadores son, probablemente, el agente más importante en el proceso de la creación de la ciencia, pues son ellos quienes dan vida a una idea mediante el uso del método científico. En este sentido, se define como investigador al personal que hace parte del recurso humano vinculado o no vinculado a un grupo de investigación y que reporta productos como resultado de la investigación o desarrollo de proyectos en el marco de ciencia y tecnología, en una o más áreas de conocimiento.

La figura 3.3 muestra el comportamiento de los investigadores activos que hacen parte del recurso humano de un grupo de investigación. Esta serie presenta tendencia positiva, pasando de 2,810 investigadores activos en el año 2009 a 7,670 para el periodo final en la ventana de observación (incremento del 173%). Por otro lado, disminuye el número de investigadores que no cuentan con vinculación a grupos de investigación pero que sí registran producción de alta calidad, llegando a un total de 75 investigadores para el año 2018. Lo que se puede observar es que hay menor cantidad de investigadores sin vinculación a grupos de investigación debido a que con el pasar del tiempo se han vinculado contractualmente a alguna institución nacional.

Figura 3.3 Investigadores activos, 2009 - 2018.



Fuente: Plataforma Scienti - aplicativos CvLAC - GrupLAC.

Cálculos: OCyT

De acuerdo con la información reportada en la plataforma ScienTI para el 2018, las grandes áreas de conocimiento con mayor cantidad de investigadores que cumplen con los criterios del modelo de medición del OCyT (ver nota metodológica) son: Ingeniería y Tecnología, con un 29.98%; Ciencias Naturales y Exactas, con un 26.74%; y Ciencias Médicas y de la Salud, con un 19.74%. Por el contrario, la gran área de Humanidades cuenta con la menor participación de investigadores activos, pasando del 2.83% en el 2009 al 3.34% para el final del periodo observado.

**Tabla 3.3** Porcentaje de investigadores activos vinculados a grupos según gran área de la ciencia y la tecnología OCDE<sup>4</sup>, 2009 - 2018.



Área de la ciencia y la tecnología OCDE	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ciencias Naturales y Exactas	33.43%	33.53%	33.18%	32.17%	31.33%	29.81%	29.25%	28.36%	27.19%	26.74%
Ingeniería y Tecnología	24.37%	24.48%	25.03%	25.56%	25.87%	26.76%	27.30%	28.64%	29.60%	29.98%
Ciencias Médicas y de la Salud	21.99%	21.61%	20.92%	21.15%	21.14%	20.96%	20.60%	19.72%	19.23%	19.40%
Ciencias Agrícolas	6.17%	6.01%	5.71%	5.37%	5.43%	5.34%	5.29%	5.23%	5.37%	5.13%
Ciencias Sociales	11.21%	11.67%	12.39%	12.81%	13.13%	13.95%	14.17%	14.66%	15.21%	15.41%
Humanidades	2.83%	2.70%	2.78%	2.94%	3.10%	3.18%	3.39%	3.39%	3.40%	3.34%

**Fuente:** Plataforma ScienTI - aplicativos CvLAC - GrupLAC

**Cálculos:** OCyT

<sup>4</sup> Los investigadores en el aplicativo CvLAC registran áreas de la ciencia y la tecnología. En este caso tomamos el área principal declarada por el investigador y la homologamos a las grandes áreas de la OCDE. En caso de que el investigador no declare área de la ciencia en CvLAC, tomamos el área del grupo al que se encuentra vinculado.

Asimismo, el aplicativo CvLAC cuenta con la información correspondiente a los investigadores del país, incluyendo la relacionada con variables demográficas. En la tabla 3.4 se evidencia que la mayoría de los investigadores activos están concentrados en los rangos de edad que van desde los 30 a los 50 años. Por ejemplo, para el año 2018 se registraron 3,020 investigadores activos entre 30 a 40 años, los cuales representan un 39.37% del número total.

**Tabla 3.4** Investigadores activos vinculados a grupos de investigación según rango etario, 2009 - 2018.



Rango etario	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Menores de 30 años	1	3	10	22	53	102	198	308	421	559
Entre 30 a 40 años	436	608	795	1,019	1,336	1,666	2,101	2,508	2,743	3,020
Entre 41 a 50 años	1,046	1,207	1,335	1,474	1,682	1,903	2,113	2,276	2,335	2,352
Entre 51 a 60 años	828	876	948	1,020	1,122	1,205	1,294	1,344	1,295	1,258
Mayores de 60 años	499	503	545	563	567	578	571	564	530	481
<b>Total</b>	<b>2,810</b>	<b>3,197</b>	<b>3,633</b>	<b>4,098</b>	<b>4,760</b>	<b>5,454</b>	<b>6,277</b>	<b>7,000</b>	<b>7,324</b>	<b>7,670</b>

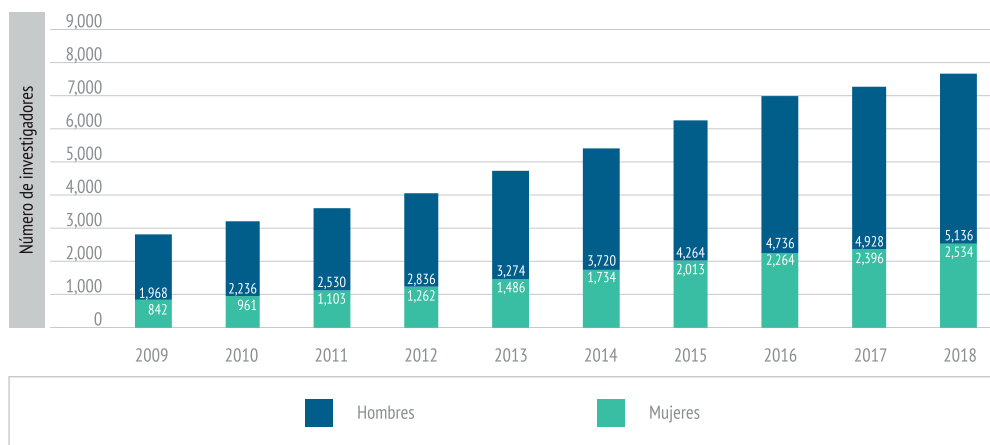
**Fuente:** Plataforma Scienti - aplicativos CvLAC - GrupLAC

**Cálculos:** OCyT

“Se evidencia que la mayoría de los investigadores activos están concentrados en los rangos de edad que van desde los 30 a los 50 años. Por ejemplo, para el año 2018 se registraron 3,020 investigadores activos entre 30 a 40 años, los cuales representan un 39.37% del número total.”

En cuanto al género, en la figura 3.4 se observa que prevalece el masculino, llegando a representar el 66.96% del número total de investigadores para el año 2018. Aunque la participación de las mujeres a lo largo de la serie va en aumento, esta sigue siendo más baja que la de los hombres, cuya cantidad sigue duplicando la de las mujeres, aun en 2018. Esto lleva a suponer que, aunque el número de mujeres sigue en aumento, persiste una fuerte brecha de género en cuanto al número de investigadores registrados y activos en CvLAC.

**Figura 3.4** Investigadores activos vinculados a grupos de investigación según sexo, 2009 - 2018.



**Fuente:** Plataforma Scienti - aplicativos CvLAC - GrupLAC

**Cálculos:** OCyT

En cuanto al máximo nivel educativo reportado en CvLAC, se evidencia que la mayoría de los investigadores activos cuenta con educación doctoral para todos los periodos de análisis, nivel al que le sigue el de maestría, que para el año 2018 representa el 24.81% del total de investigadores (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

En síntesis:

- Los indicadores muestran una tendencia al aumento en cuanto al número de investigadores y de grupos de investigación que presentan productos de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico de calidad a lo largo de la ventana de observación trabajada.
- Los actores aquí analizados se concentran en los departamentos de Bogotá, Antioquia y Atlántico. Su producción se ve dominada por las grandes áreas de conocimiento de Ingeniería y Tecnología; Ciencias Naturales y Exactas; y Ciencias Médicas y de la Salud.
- Si bien el número de mujeres investigadoras ha aumentado con respecto a los investigadores hombres, la brecha de género se ha mantenido, doblando estos en número a las mujeres.
- Es importante mencionar que el informe presentado corresponde a una aproximación de las capacidades del país para generar nuevo conocimiento, dado que se cuenta con la información de los actores que autónomamente deciden registrarse en la plataforma ScienTI. Lo anterior constituye nuevos retos para Colciencias en lo relativo a la obtención de información sobre los investigadores y grupos de investigación que no hacen parte de esta plataforma; esto con el fin de brindar estadísticas de mayor confiabilidad y que se ajusten a la realidad de la población de investigadores en el país, permitiendo a su vez generar nuevas políticas orientadas a la generación de producción de alto impacto.





## Nota metodológica

La construcción del capítulo está basada en registros administrativos y busca medir la capacidad de investigadores y grupos de investigación en Colombia que están vinculados a una institución. Los indicadores se calculan a través de conteos que están desagregados por tipo de institución avaladora, según antigüedad en años, tipo de entidad territorial y área de conocimiento. Cabe aclarar que la información aquí presentada no corresponde a la derivada de los investigadores y/o grupos de investigación que fueron reconocidos en la última convocatoria de medición y categorización de estos actores, dado que el modelo de medición del OCyT difiere en la metodología.

En cuanto a la consolidación de los investigadores y grupos de investigación, la metodología se centra en el criterio de actividad de estos, el cual consiste en la presentación de al menos un producto de calidad A o A1 dentro de las categorías de nuevo conocimiento y/o desarrollo tecnológico e innovación entre el año de consulta y los dos años anteriores. Es importante también aclarar que los grupos de investigación deben contar con el aval o reconocimiento de alguna institución para ser tenidos en cuenta al momento del cálculo (Colciencias, 2018).



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

*<https://capacidadeslibro2019.ocyt.org.co/>*

o escaneando el código QR con tu celular.

## Referencias

Colciencias - Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación, & Dirección de fomento a la Investigación. (2018). *Modelo de medición de grupos de Investigación, Desarrollo tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2018*. 241.

Recuperado de: [https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/4.\\_anexo\\_1.\\_documento\\_conceptual\\_del\\_modelo\\_de\\_reconocimiento\\_y\\_medicion\\_de\\_grupos\\_de\\_investigacion\\_2018.pdf](https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/4._anexo_1._documento_conceptual_del_modelo_de_reconocimiento_y_medicion_de_grupos_de_investigacion_2018.pdf)



# Capítulo

# 4



## Producción bibliográfica en Ciencias



Efrén Romero Riaño



Michael Andrés Cifuentes Mirke



Félix José Segura Sguerra

“Las cifras de la producción total durante el año 2018 muestran al área de Ciencias Naturales en primer lugar (25.08%).”

Los sistemas de innovación (SI) se han consolidado en los últimos 20 años como ruta de innovación para la generación de desarrollo sectorial y territorial (Röling, 2009). Las mediciones del desempeño de la innovación incluyen indicadores económicos y tecnológicos. A nivel tecnológico, los indicadores más usados son el número de patentes solicitadas y concedidas. Para el caso de Colombia, un total de 1,022 patentes fueron concedidas durante el año 2018 (ver tabla 6.2, capítulo 6). Sin embargo, evaluar las actividades de los SI con base solo en patentes en países de economía emergente puede generar una visión incompleta de la actividad innovadora (Mitze & Strotebeck, 2017). Ante este panorama, el análisis bibliométrico de la producción de artículos científicos brinda una alternativa para medir el cumplimiento de los objetivos y las funciones asociadas con la innovación a nivel país.

La bibliometría usa métodos cuantitativos para construir perfiles estadísticos y gráficos de la producción bibliográfica científica (Romero-Riaño et al., 2019). Los indicadores bibliométricos más usados para la medición del desempeño innovador a nivel sectorial (Malerba, 2002) y tecnológico (Bergek et al., 2008) son la productividad, la coautoría, la citación y la cocitación de documentos. Estos indicadores brindan insumos para trazar y medir los flujos de conocimiento a nivel empresarial o territorial (Meyer, 2002).

Por ejemplo, el índice de competitividad global del Foro Económico Mundial utiliza el índice H de publicaciones científicas y las solicitudes de patentes como variables dentro de la medición del pilar de Capacidad de Innovación de los países. De acuerdo con estas mediciones, durante el año 2018 Colombia ocupó a nivel mundial la posición 69 según el número de solicitudes de patentes y la posición 47 por publicaciones científicas (World Economic Forum, 2018). Esta prevalencia de las publicaciones científicas, asociada al factor de capacidad de innovación del índice de competitividad global, muestra la importancia de comprender los factores que promueven la difusión científica y tecnológica para la generación e implementación de políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación.

A nivel global, el volumen de la publicación científica se duplicó entre los años 2000 y 2012, alcanzando los 2'103,000 documentos. Según cifras del Banco Mundial, durante el año 2018 se publicaron 2'554,373 nuevos artículos, cifra que representa un aumento del 3% con respecto al año 2017. Esta producción se publica en revistas indexadas que hacen parte de bases de datos bibliográficas de acceso libre y de suscripción académica como Scopus y WoSClarivate. Una base de datos bibliográfica es una colección digital organizada de referencias de literatura científica publicadas en artículos de revistas, memorias de conferencia, patentes y libros (Aria & Cuccurullo, 2017). Las bases de datos WoS y Scopus son dos de las colecciones más prestigiosas, de acuerdo con el factor de impacto de las revistas que se mide con base en el conteo de citas de los artículos.

Scopus es la base de datos de suscripción académica de mayor tamaño a nivel mundial, con más de 77 millones de registros. Las cifras de publicación en Scopus de los países de la comunidad andina durante el año 2018 muestran los siguientes resultados: Bolivia registra 389 documentos, Venezuela 1,556, Perú 3,512 y Ecuador 4,579. Colombia, por su parte, registró un total de 13,299 documentos publicados en



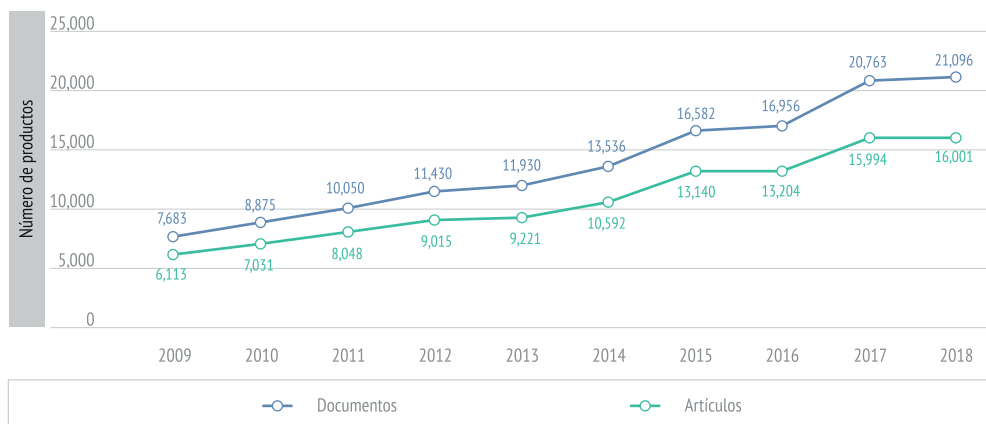
esta base de datos durante 2018. Estos volúmenes de publicación reflejan la relevancia de la generación y difusión científica a nivel regional y global.

Este capítulo presenta una visión general de la producción científica en Colombia, a partir del mapeo de las principales tendencias de productividad y coautoría científica en las bases de datos WoS, Scopus y Scielo. El análisis realizado constituye un insumo vital para los formuladores de políticas de ciencia y tecnología, y para la construcción de lazos de colaboración regional e internacional.

La figura 4.1 resume las cifras de los volúmenes de producción bibliográfica en WoS y Scopus que corresponden a autores afiliados a instituciones colombianas. En términos generales, se visualiza una tendencia creciente positiva en las cifras de generación de documentos y artículos entre los años 2009 y 2018. En el periodo comprendido entre 2009 y 2013, estas cifras se duplicaron hasta alcanzar volúmenes de 13,536 documentos y 10,592 artículos. Durante el año 2018, las cifras de producción alcanzaron un máximo histórico de generación de documentos (21,096) y de artículos (16,001). La variación porcentual de la producción de documentos entre los años 2017 y 2018 fue del 1.6%, mientras que la producción de artículos se mantuvo estable (aumentó 0.04% en 2018). Estas variaciones contrastan con el crecimiento evidenciado en el periodo inmediatamente anterior (2016-2017) en el total agregado de artículos y documentos, estimado en 21.75%.

“Los porcentajes actuales de producción bibliográfica en Ciencias Agrícolas muestran la necesidad de un estímulo para la transformación de la tendencia decreciente.”

**Figura 4.1 Producción bibliográfica total de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Scopus y WoS, 2009 – 2018**



**Fuente:** WoS, Scopus

**Cálculos:** OCyT

La producción científica de Colombia entre los años 2009 y 2018 muestra un total de 138,901 registros en las tres bases de datos. La tasa de crecimiento promedio en el periodo es de 12.12%. Sin embargo, esta cifra contrasta con el porcentaje de crecimiento de publicaciones a nivel global, estimado, según cifras del Banco Mundial, en 37.77% (World Bank, 2018). Esta diferencia muestra una brecha de crecimiento del 25.65% en la producción científica de Colombia con respecto al promedio mundial.

La distribución porcentual del número de productos científicos de Colombia en las tres bases de datos en el periodo 2009-2018 no es uniforme. En primer lugar, el volumen más grande de la producción científica del país se encuentra publicado en la base de datos Scopus, lo que corresponde a un total de 93,103 productos que equivalen al 67.03% de la producción total de Colombia. En segundo lugar,

la producción publicada en WoS alcanza 56,741 registros, equivalentes al 40.85% del total. En tercer lugar se ubica la producción publicada en SCIELO, con 40,670 registros que equivalen al 29.28%.

Si bien los periodos comprendidos entre los años 2014-2015 y 2016-2017 se identifican como puntos de inflexión en la curva de producción bibliográfica de Colombia, con aumentos porcentuales de publicación de 23% y 21.9%, respectivamente, se observa que en los periodos posteriores a estos incrementos se presentan volúmenes similares a los de cada periodo anterior. La explicación de este patrón de comportamiento (que en la gráfica corresponde a un patrón escalonado) puede encontrarse en el hecho de que los tiempos de publicación de algunas revistas de alto impacto pueden ser superiores a un año, lo que genera un efecto acumulativo en el proceso editorial, ocasionando el aumento de las cifras en el periodo inmediatamente posterior, cuando es liberada la publicación.

Las categorías o dominios de conocimiento sirven como un instrumento para revelar las raíces y la evolución del conocimiento científico en un país a nivel macro. De acuerdo con Vargas-Quesada y de Moya Aragón (2007), la mejor forma de entender los flujos de información científica es estudiar un determinado dominio del conocimiento como parte del discurso de las comunidades de las que procede. El Manual de Frascati 2015 presenta una clasificación y distribución de áreas o dominios de conocimiento denominada FORD (Fields of Research and Development) (OECD, 2015). Con base en este modelo de clasificación, se resumen en la tabla 4.1 los porcentajes de participación por áreas OCDE de la producción científica de Colombia.

Durante los años 2009 a 2018, se identifica como patrón que un porcentaje cercano al 50% del total de la producción bibliográfica de Colombia se concentra en las áreas de conocimiento de Ciencias

Naturales<sup>1</sup> e Ingeniería y Tecnología<sup>2</sup>. Las cifras de la producción total durante el año 2018 muestran al área de Ciencias Naturales en primer lugar (25.08%). Este resultado no es sorprendente, dado que tanto la Física como la Química (contenidas en Ciencias Naturales) son las dos subáreas de mayor producción a nivel mundial, en parte debido a su relación cercana con el desarrollo de aplicaciones tecnológicas y usos comerciales. En segundo y tercer lugar en porcentaje de participación se ubican Ingeniería y Tecnología (22.49%), y Ciencias Médicas y de la Salud (19.62%). Los porcentajes de participación de estas tres áreas principales se mantienen estables durante el periodo 2009-2018. En contraste, los porcentajes de participación en la producción de las áreas de Ciencias Agrícolas y Ciencias Multidisciplinarias han disminuido en un 1.97% y un 1.55%, respectivamente. Esta producción ha sido reemplazada por el incremento en las áreas de Ciencias Sociales (2.81%) y Humanidades (2.13%), como se ve en la tabla 4.1.

---

<sup>1</sup> Esta área se compone de siete subcampos: Matemáticas; Informática y Ciencias de la Información; Ciencias Físicas; Ciencias Químicas; las Ciencias de la Tierra y Ambientales conexas; Ciencias Biológicas; y Otras Ciencias Naturales.

<sup>2</sup> Esta área se compone de once subcampos: Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería de la Información, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, Ingeniería de Materiales, Ingeniería Médica, Ingeniería Ambiental, Biotecnología Ambiental, Biotecnología Industrial, Nanotecnología, y Otras Ingenierías y Tecnologías.

**Tabla 4.1** Distribución de la producción total bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Scopus y WoS por área OCDE, 2009 - 2018



Área OCDE	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ciencias Naturales	25.46%	26.06%	25.11%	25.35%	25.97%	25.57%	24.50%	25.18%	24.30%	25.08%
Ingeniería y Tecnología	22.51%	23.64%	23.53%	23.71%	23.56%	23.21%	22.70%	22.49%	21.96%	22.49%
Ciencias Médicas y de la Salud	20.85%	19.80%	18.79%	18.40%	19.68%	19.17%	19.07%	19.50%	19.44%	19.62%
Ciencias Agrícolas	7.13%	7.21%	6.58%	6.88%	6.20%	6.05%	5.89%	5.90%	5.50%	5.10%
Ciencias Sociales	10.03%	8.81%	9.07%	9.17%	9.46%	9.84%	12.25%	11.33%	12.96%	12.84%
Humanidades	8.80%	8.58%	10.04%	9.79%	9.88%	10.48%	10.85%	10.51%	11.02%	10.93%
Ciencias Multidisciplinarias	5.06%	5.68%	6.70%	6.48%	5.06%	5.46%	4.48%	4.89%	4.43%	3.51%
Sin clasificar	0.17%	0.21%	0.18%	0.22%	0.19%	0.22%	0.27%	0.19%	0.38%	0.43%

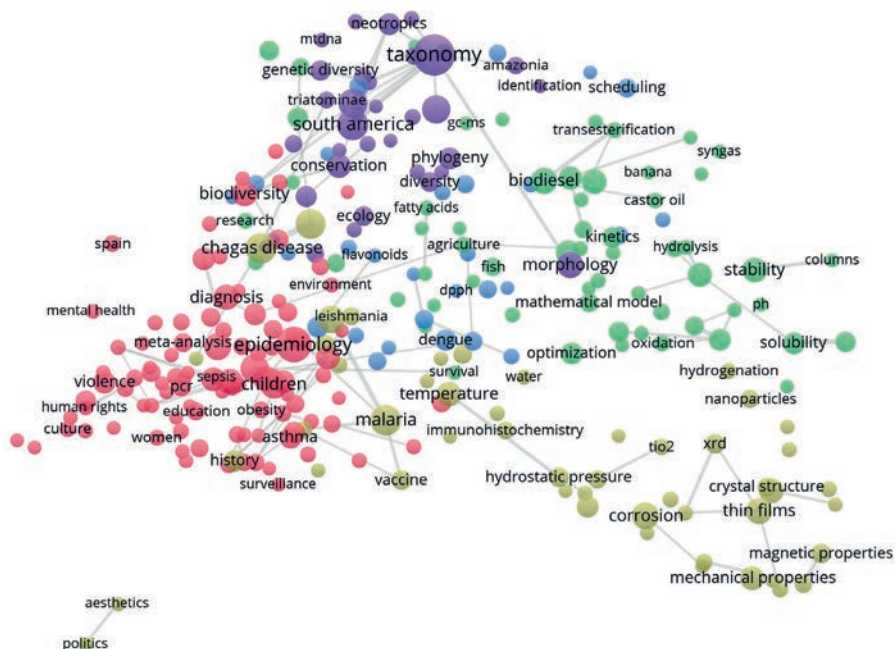
**Fuentes:** WoS y Scopus

**Cálculos:** OCyT

Los porcentajes actuales de producción bibliográfica en Ciencias Agrícolas muestran la necesidad de un estímulo para la transformación de la tendencia decreciente, el cual puede generarse por medio de la promoción de la publicación conjunta (coautoría) con áreas de conocimiento consolidadas como la Ingeniería. Adicionalmente, por la estrecha relación de las Ciencias Agrícolas con la nutrición, esta colaboración se puede apoyar en las Ciencias Médicas y de la Salud.

Así como el estudio de los dominios de conocimiento permite explorar la evolución del conocimiento a nivel macro, los cienciogramas o visualizaciones de red construidas a partir de datos científicos, como por ejemplo las redes de coocurrencia de palabras clave, permiten analizar la evolución de la investigación a nivel micro. Los mapas de red muestran los nodos (palabras) y sus vínculos (coocurrencia), y su construcción se realiza a partir del estudio de la frecuencia de coocurrencia entre pares de palabras clave o frases en un conjunto de documentos (Liu et al., 2015). La aparición simultánea de palabras en los documentos da origen a una medida de similitud representada en clusters o grupos conceptuales dentro de las redes, la cual se indica con un color para cada nodo.

Figura 4.2 Visualización de red de palabras clave de WoS entre 2009-2013



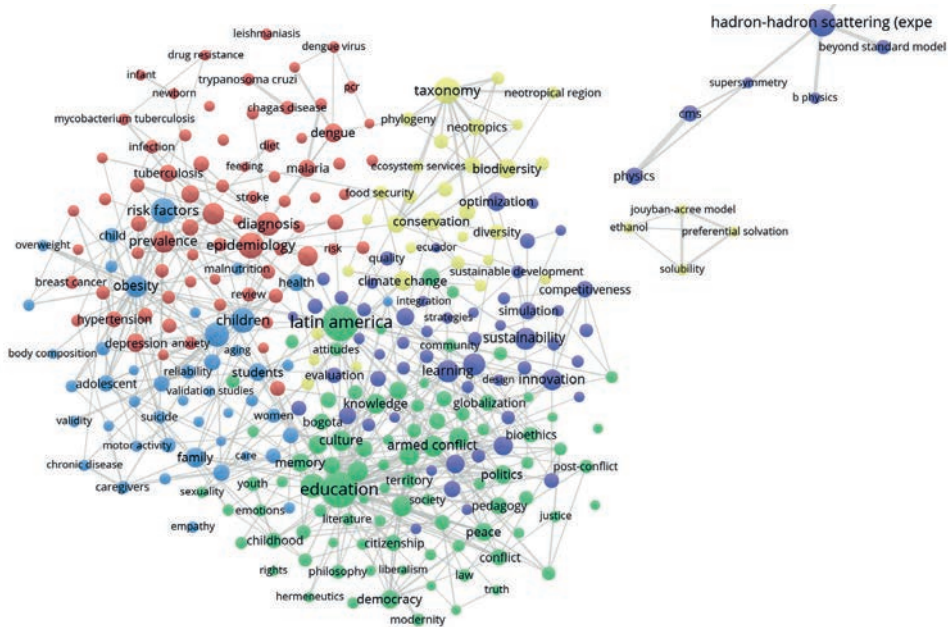
Fuentes: WoS.

Cálculo: OCyT

En las redes de coocurrencia de palabras clave, el tamaño de cada nodo es proporcional a la frecuencia de coocurrencia de las palabras y la cercanía entre los nodos indica una alta relación entre palabras. Cada grupo conceptual o frente de tópicos se representa con una serie de colores. Al interior de cada grupo conceptual, las palabras de mayor frecuencia de coocurrencia sugieren la orientación temática de los mismos.

La figura 4.2 muestra la red de coocurrencia de palabras clave construida aplicando minería de texto a los artículos de WoS publicados entre 2009-2013. En esta figura se despliegan las 289 palabras de mayor frecuencia y los 100 vínculos más relevantes entre palabras clave, distribuidos en cinco grupos conceptuales que están diferenciados por colores. Los tópicos más frecuentes corresponden a la concentración de los intereses de investigación alrededor de las temáticas de epidemiología (rojo), taxonomía (violeta), mal de chagas (azul), corrosión (amarillo) y simulación-modelado (verde).

Figura 4.3 Visualización de red de coocurrencia de palabras clave de WoS entre 2014-2018



Fuentes: WoS.

Cálculo: OCyT

De forma similar, la figura 4.3 muestra la red de coocurrencia de palabras clave construida a partir de los artículos de WoS publicados entre 2014 y 2018. En ella se despliegan las 307 palabras de mayor frecuencia y los 100 vínculos más relevantes entre palabras clave, distribuidos en cinco grupos conceptuales. Los tópicos más frecuentes reflejan la concentración de los intereses de investigación alrededor de las temáticas de epidemiología (rojo), dispersión de hadrones (violeta), factores de riesgo (azul), sostenibilidad (amarillo) y educación (verde). El contraste entre los intereses de investigación reflejados por las palabras de mayor coocurrencia en cada grupo indica cambios en diversas temáticas: en Ingeniería se identifica un desplazamiento hacia los tópicos de sostenibilidad; en Ciencias Naturales se posicionan temáticas relacionadas con física de partículas (dispersión de hadrones); y en Ciencias Médicas y de la Salud se identifica un giro desde el estudio del mal de chagas hacia factores de riesgo de obesidad.

“Durante la convocatoria para indexación de publicaciones 2015-2016, Publindex implementó nuevos criterios de evaluación, lo que ocasionó la disminución del número de revistas indexadas en un 42% (pasando de 423 a 245) y la reducción a cero de la cantidad de nuevas revistas indexadas en el año 2015.”

Junto con los análisis de dominios de conocimiento y de coocurrencia de palabras, los estudios de colaboración por medio de las relaciones de coautoría centran el interés de académicos y practicantes de bibliometría. Las características de las relaciones de coautoría de artículos científicos son objeto de análisis a nivel global (Glänzel, 2001), sectorial (Ye et al., 2012) y político-territorial (Yi & Jun, 2018). En este sentido, se define como coautor a cualquier persona que haya hecho una contribución significativa a un artículo de revista. La coautoría se define como el acuerdo entre dos o más coautores para producir y publicar resultados de investigación (Leydesdorff & Wagner, 2008).

La tabla 4.2 refleja la evolución entre los años 2009 y 2018 del volumen de publicación bibliográfica de Colombia en términos de autoría única o coautoría. Para facilitar la construcción de los patrones de



coautoría, el total de los documentos indexados en cada una de las tres bases de datos se divide en tres categorías: i) coautoría internacional, ii) coautoría nacional y iii) autoría única<sup>3</sup>. Respecto a las colaboraciones científicas, se ha evidenciado una tendencia a generar productos en alianzas interinstitucionales nacionales e internacionales. Así, durante el año 2018 los productos generados en coautoría en las tres bases de datos superaron el 80%.

**Tabla 4.2** Diferencias en tipos de coautorías de la producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas de acuerdo con el índice donde se encuentran las revistas, 2009- 2018



Índice / Autoría		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Web of science core collection*	Autoría única	223	307	352	361	282	309	1,507	686	1,522	1,345
	Coautoría nacional	1,111	1,229	1,239	1,310	1,499	1,369	2,756	2,176	3,604	3,643
	Coautoría internacional	1,491	1,725	1,993	2,361	2,544	2,621	3,668	3,083	4,980	5,386
Web of science SciELO CI**	Autoría única	888	970	1,132	1,198	922	1,179	906	1,099	1,129	881
	Coautoría nacional	1,544	1,750	2,014	2,199	2,070	2,452	2,426	2,813	3,119	2,693
	Coautoría internacional	508	677	743	756	671	854	784	824	748	678
Scopus	Autoría única	383	510	584	681	800	867	955	900	1,005	1,004
	Coautoría nacional	1,786	2,104	2,381	2,783	3,241	3,637	3,854	4,709	5,105	5,861
	Coautoría internacional	1,946	2,261	2,656	3,055	3,407	3,807	4,229	4,735	5,591	6,234

**Fuente:** WoS, Scopus

**Cálculos:** OCyT

**Nota:** \* Incluye el Science Citation Index Expanded, el Social Science Citation Index y el Arts & Humanities Citation Index.  
\*\* Distinguimos entre Web of Science core collection y el SciELO CI incluido en el Web of Science para resaltar diferencias entre estas.

<sup>3</sup> Para ampliar la definición de cada categoría, consultar la nota metodológica.

A pesar de un aumento nominal de las cifras de coautoría, el examen de los porcentajes de las categorías revela patrones particulares para las bases de datos Scopus y WoS. En referencia a WoS, el comportamiento de los tipos de coautoría durante el periodo 2009-2018 muestra un incremento de la autoría única (pasando de un 8% en 2009 a un 13% en 2018), un comportamiento estable de las coautorías internacionales (52.5% en promedio) y una disminución de las coautorías nacionales (pasando de un 39% en 2009 a un 35% en 2018). En contraste, en la base de datos Scopus los porcentajes de distribución de la coautoría única (8%) y coautoría internacional (47%) se han mantenido estables; sin embargo, el porcentaje de coautoría nacional aumentó en un 2% hasta alcanzar un 45% en 2018.

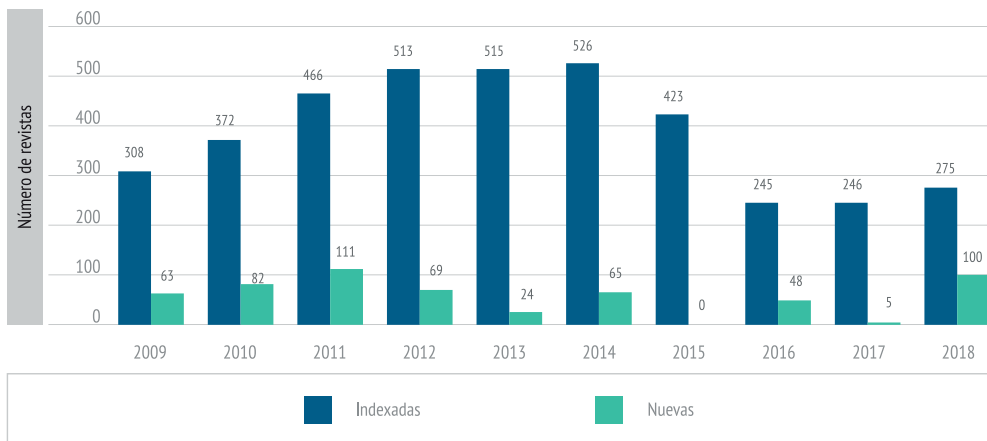
Las tendencias construidas a partir de las cifras de coautoría para la base de datos Scielo CI en el periodo 2009-2018 muestran tendencias en otro sentido. La coautoría internacional y la autoría única disminuyeron en un 1% y un 9%, respectivamente. En contraste, la coautoría nacional se consolidó al aumentar desde un 53% (2009) hasta un 63% (2018). Este patrón de aumento de la coautoría nacional puede explicarse en parte por la naturaleza de las fuentes o revistas indexadas que se encuentran en Scielo, donde predomina la categoría de acceso abierto. Esto contrasta con el dominio de revistas indexadas en Scopus y WoS, donde predomina la categoría de suscripción académica.

Así como a nivel internacional las revistas son indexadas al interior de los índices bibliográficos de WoS y Scopus, en Colombia el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) administra el Sistema Nacional de Indexación y Homologación de publicaciones especializadas en Ciencia, Tecnología e Innovación por medio del Índice Bibliográfico Nacional, Publindex.

Mediante este sistema de indexación, las revistas son posicionadas en una de cuatro categorías: A1, A2, B y C. Publindex se destaca por

su naturaleza de instrumento de política pública y por sus efectos en términos de la transformación cualitativa del sistema de comunicación formal de la ciencia nacional (Rodríguez et al., 2015). Durante la convocatoria para indexación de publicaciones 2015-2016, Publindex implementó nuevos criterios de evaluación, lo que ocasionó la disminución del número de revistas indexadas en un 42% (pasando de 423 a 245) y la reducción a cero de la cantidad de nuevas revistas indexadas en el año 2015 (ver figura 4.4).

Figura 4.4 Revistas indexadas vs. revistas nuevas en Publindex, 2009 - 2018



Fuente: Publindex

Cálculos: Colciencias (2009-2018)

Esta implementación incorporó cambios como el uso de términos de referencia, la disminución de la frecuencia de actualizaciones de Publindex a una vez por año y la incorporación de un nuevo instrumento de medición de impacto y visibilidad: el índice H5. Adicionalmente, en el proceso se incorporó una fase de verificación de la existencia previa de categorización de las revistas de Publindex dentro de los cuartiles (Qn) de los índices de impacto Journal Citation Report y Scimago Journal Citation Report de WoS y Scopus (Dirección de Fomento a la Investigación, 2017).

Los cambios en las políticas de homologación e indexación adoptadas por Colciencias a través de Publindex, relativos a la equivalencia entre el estándar de cuartiles de revistas calculado por Scopus y WoS (Q1 a Q4) y las categorías de revistas del estándar de Publindex (A1 a C), pueden haber generado un efecto desestimulante para la publicación en fuentes alternativas, como Scielo, y haber inducido a la publicación en Scopus y WoS; esto especialmente en el grupo de actores que mayor volumen de publicaciones genera en Colombia: los profesores universitarios.

La comparación entre el número de revistas indexadas y el número de revistas nuevas en Publindex de Colciencias, como puede verse en la figura 4.4, revela una alta variabilidad de la dinámica de homologación, especialmente entre los años 2015 y 2018. Se observa que los cambios en la metodología de indexación han impactado de manera directa el número de revistas nuevas en Publindex (en 2016 fueron indexadas cero revistas nuevas, en 2017 cinco y en 2018 cien). Por otra parte, durante 2018 la cifra de revistas indexadas aumentó a 275, luego de haberse mantenido durante dos años en un nivel promedio de 245. La cifra de 2018 dista del máximo nivel alcanzado entre los años 2012 y 2014, cuando llegó a ser superior a 500 revistas.

De acuerdo con el informe de Colciencias sobre el resultado de los cambios en el proceso de indexación, una de las principales causas de la reducción de revistas puede encontrarse en el subregistro de información o en las omisiones en el registro de los datos en el aplicativo Publindex; esta reducción también puede atribuirse al impacto de la implementación de los criterios C2, C3 y C4 relativos a la composición de los comités editoriales y científicos de las publicaciones. Por tal motivo, las convocatorias de indexación de los periodos 2018 y 2019 incluyeron modulaciones y eliminación de algunos de estos criterios (Dirección de Fomento a la Investigación, 2017).

A continuación se resumen las principales tendencias consolidadas que se identificaron en el análisis presentado:

- En términos generales se evidencia un patrón creciente en el volumen de producción bibliográfica del país en el periodo 2009-2018. Esto no es sorprendente, debido a la aparición de nuevas bases de datos electrónicas que han incrementado las plataformas disponibles y la propensión a publicar, especialmente en fuentes de acceso abierto.
- El análisis de la producción bibliográfica total de Colombia en las bases de datos WoS, Scopus y Scielo con base en las áreas del estándar FORD de la OCDE muestra una prevalencia del área de conocimiento de Ciencias Naturales. En contraste, el análisis de las publicaciones de Colombia en WoS muestra una orientación de la producción hacia las áreas de conocimiento de Ingeniería y Física. En Scopus se observa una orientación hacia las áreas de conocimiento de Medicina e Ingeniería.
- Las divergencias en las denominaciones de las áreas de conocimiento, así como de las subcategorías que contienen, constituyen uno de los obstáculos más frecuentes en este tipo de estudios, debido a la ausencia de un estándar de comparación entre las clasificaciones usadas por las bases de datos y las clasificaciones de organismos multilaterales y económicos como la UNESCO y la OCDE.
- El análisis de las redes de coocurrencia de palabras clave muestra una dinámica dentro de las áreas de conocimiento que predominan en la producción bibliográfica de Colombia durante el periodo 2009-2018. En las redes, las palabras con más vínculos (coocurrencia) sirven como núcleos de información que articulan otros tópicos. Por ejemplo, se observa un crecimiento rápido de tipo ráfaga asociado a temas relacionados con conflicto armado. Alrededor de esta temática se articulan los tópicos de justicia transicional y derechos humanos.

- El análisis de las relaciones de coautoría de la producción científica de Colombia refleja una tendencia creciente en la categoría de coautoría nacional en Scopus y Scielo, y un comportamiento estable del porcentaje de la categoría coautoría internacional en WoS y Scopus. Esto puede obedecer a una brecha en las capacidades o a fallas sistémicas en el sistema de innovación de Colombia asociadas con las reglas o políticas de coautoría en algunas instituciones. Es el caso de las universidades públicas, las cuales tienen un porcentaje significativo en el volumen de producción bibliográfica y donde el valor en puntos salariales de los artículos con más de tres coautores es inferior al valor de los artículos que tienen hasta tres coautores. Estas políticas pueden estar actuando como un mecanismo de bloqueo a la generación de redes de coautoría con socios internacionales. Por otro lado, la autoría única presenta una tendencia diferente en cada base de datos.
- La disminución del volumen de la producción publicada en Scielo contrasta con el aumento de la producción publicada en WoS y Scopus. Esta tendencia puede estar influenciada por las decisiones de adopción del estándar de los cuartiles usados por Scopus y WoS como medida para categorizar las revistas y a que un porcentaje de las revistas de WoS se encuentra en Scopus. Adicionalmente, la reducción de cerca del 50% de las revistas indexadas en Publindex entre los años 2015 y 2018, así como el descenso de las posiciones de las revistas colombianas dentro del ranking de Publindex, puede explicar en parte el aumento de las cifras de publicación en WoS y Scopus. Asimismo, en las revistas colombianas de alto impacto clasificadas en las categorías A1 o A2 en Publindex se identifica un predominio de las áreas de Ciencias Sociales y Humanidades, mientras que los mayores volúmenes de producción bibliográfica de Colombia se ubican en las áreas de Medicina, Ingeniería y Ciencias Naturales.







## Nota metodológica

Las cifras, gráficas e indicadores bibliométricos aquí presentados se construyen a partir de la identificación y extracción de los registros electrónicos de documentos publicados en revistas científicas indexadas en las bases de datos WoSClarivate, Scopus de Elsevier y Scielo, y cuyos autores tienen afiliación institucional con origen geográfico en Colombia.

La metodología de construcción de los indicadores bibliométricos y análisis de este apartado se genera a partir del proceso de tratamiento de datos dividido en cinco fases: i) extracción y depuración de registros, ii) categorización y unión de registros basada en coautoría, iii) homologación de registros por área de conocimiento, iv) homologación de registros por afiliación institucional y v) consolidación, visualización y análisis.

Esta metodología es implementada por medio de un algoritmo que crea la estructura de datos para los análisis bibliométricos. El diseño de este algoritmo permite la identificación de productos únicos presentes en diversas bases de datos con el fin de observar el universo de productos de investigación de forma integral. Los resultados de la implementación de la metodología revelan las dinámicas y la evolución de los volúmenes, las áreas o dominios de conocimiento y los

vínculos de coautoría en la producción bibliográfica de Colombia. La operación estadística implementada estima los cambios en los patrones bibliométricos a través de análisis de coocurrencia.

Para el caso de los análisis de coautoría, se implementó la división de los productos registrados en cada una de las bases de datos en tres categorías: coautoría internacional, coautoría nacional y autoría única. Los documentos publicados en colaboración con al menos dos autores y para los cuales la afiliación institucional de uno de los autores corresponde a países diferentes a Colombia fueron categorizados durante el proceso como documentos de coautoría internacional. Los documentos que se publicaron en colaboración con al menos dos autores colombianos fueron categorizados como documentos de coautoría nacional. Los documentos publicados por un solo autor fueron categorizados como documentos de autoría única.



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

*<https://produccionlibro2019.ocyt.org.co/>*

o escaneando el código QR con tu celular.

## Referencias

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems : A scheme of analysis. *Research Policy*, 37, 407–429.

<https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>

Dirección de Fomento a la Investigación. (2017). Informe de la Convocatoria para Indexación de Revistas Científicas Colombianas Especializadas – Publindex. En *Colciencias*.

<http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/informe-resultados-publindex.pdf>

Glänzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, 51(1), 69–115.

<https://doi.org/10.1023/A:1010512628145>

Leydesdorff, L., & Wagner, C. S. (2008). International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, 2(4), 317–325. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2008.07.003>

Liu, Z., Yin, Y., Liu, W., & Dunford, M. (2015). Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, *103*(1), 135–158.

<https://doi.org/10.1007/s11192-014-1517-y>

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, *31*, 247–264.

Meyer, M. (2002). Tracing knowledge flows in innovation systems. *Scientometrics*, *54*(2), 193–212.

Mitze, T. & Strotebeck, F. (2017). Modeling interregional research collaborations in German biotechnology using industry directory data: A quantitative social network analysis. *Munich Personal RePEc Archive*. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/83392/>

OECD. (2015). Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. En *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*.

<https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>

Rodríguez, E., Naranjo, S., & González, D. L. (2015). Publindex: More Than a Simple Indexing Process. *El Ágora U.S.B.*, *15*(1), 29–41.

[http://www.scielo.org.co/pdf/agor/v15n1/v15n1a02.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-80312015000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/pdf/agor/v15n1/v15n1a02.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-80312015000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Röling, N. (2009). Pathways for impact: Scientists' different perspectives on agricultural innovation. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *7*(2), 83–94. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0043>

Romero-Riaño, E., Guarín-Manrique, L., Dueñas-Gómez, M., & Becerra-Ardila, L. (2019). Reference framework for capabilities development in agricultural innovation system [Marco de trabajo para el desarrollo de capacidades en sistemas de innovación agrícola].

DYNA (Colombia), 86(210), 23–34. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.74475>

Vargas-Quesada, B., & de Moya Aragón, F. (2007). *Visualizing the structure of science*. Berlin: Springer.

World Bank. (2018). *Fundación Nacional de la Ciencia, indicadores de ciencia e ingeniería*.

<https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC?view=chart>

World Economic Forum. (2018). The Global Competitiveness Report. En *World Economic Forum*.

<http://www.weforum.org/pdf/GCR09/GCR20092010fullreport.pdf>  
[http://www.weforum.org/pdf/Global\\_Competitiveness\\_Reports/Reports/factsheet\\_gcr03.pdf](http://www.weforum.org/pdf/Global_Competitiveness_Reports/Reports/factsheet_gcr03.pdf)

Ye, Q., Song, H., & Li, T. (2012). Cross-institutional collaboration networks in tourism and hospitality research. *Tourism Management Perspectives*, 2–3, 55–64.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tmp.2012.03.002>

Yi, S.-K., & Jun, B. (2018). Has the German reunification strengthened Germany's national innovation system?: Triple Helix dynamics of Germany's innovation system'. *Knowledge Management Research & Practice*, 16(1), 1–12.

<https://doi.org/10.1080/14778238.2017.1387221>



# Capítulo

# 5



## Propiedad industrial



Juan Camilo Castellanos

“Respecto a la presentación de patentes de invención, las cuales son la piedra angular de los resultados de los procesos de innovación radical, en 2018 se solicitaron un total de 2,222, de las cuales 515 (25%) se presentaron vía nacional y 1,707 (75%) mediante el Tratado de Cooperación.”



Las economías que encaminan la formulación y ejecución de políticas públicas a estimular el bienestar social, el crecimiento económico y la eficiencia en la gestión pública, han canalizado gran parte de sus esfuerzos hacia el desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, desde la investigación básica hasta el desarrollo tecnológico aplicado. Naturalmente, estos estímulos a la invención y al desarrollo de nuevas soluciones, pueden ser explotados comercialmente y contar con retornos a la inversión, para lo cual se hace necesaria la protección de las nuevas creaciones.

La protección de los derechos de propiedad industrial (PI) es una manera de reconocer la creatividad y el esfuerzo intelectual de los investigadores y empresarios. La creatividad, la curiosidad y los esfuerzos en materia de gestión de innovación son características inherentes al ser humano, y sus resultados, sean tangibles o intangibles, deben ser protegidos en pro de estimular el progreso tecnológico de una sociedad, medir las capacidades de inventiva local y focalizar políticas públicas que permitan catalizar esos insumos.

En términos generales, la propiedad industrial protege jurídicamente las invenciones, las marcas de fábrica o comercio, los dibujos o modelos industriales, el nombre comercial y las denominaciones de origen e indicaciones de procedencia; además, reprime los actos de competencia desleal que se puedan presentar en el tráfico mercantil (García-Huidobro, 1992)

El valor de los registros de PI ha venido creciendo a la par de la competitividad y la productividad empresarial, dado que estos protegen y otorgan al creador de determinado bien o servicio el derecho único de su comercialización. De igual forma, la comercialización de los registros PI es parte fundamental en las relaciones de intercambio y transferencia de conocimiento y tecnología a través del patrimonio intangible de empresas e investigadores.

En el caso colombiano, los registros de propiedad industrial son gestionados por el Estado mediante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), institución encargada de la gestión de derechos sobre patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales, así como de los signos distintivos, entre otras funciones que ejerce como ente regulador de la competencia, las relaciones comerciales, entre otras. En Colombia, las dinámicas de la propiedad industrial siguen siendo modestas en comparación con países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), aunque su importancia ha venido crecido con el paso del tiempo, debido a una mejora en la apropiación de la ciencia y la tecnología en el sector empresarial y en los spin-offs de la academia.

En este sentido, al analizar las dinámicas del sistema y los registros de PI en Colombia, es clave observar el desarrollo en las nuevas creaciones como patentes de invención y diseños industriales, y su crecimiento y comportamiento en los últimos años. De igual forma, es relevante observar la evolución de registro de signos y símbolos distintivos, que comprende las marcas, lemas comerciales y demás,

pues estos juegan un papel fundamental en la propiedad industrial por su rol como resultados de la innovación en comercio y mercadeo de nuevos productos o servicios.

En este orden de ideas, se presenta a continuación una tabla que resume las dinámicas de la presentación y concesión de patentes de invención ante la oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio (ver tablas 5.1 y 5.2). Estos registros pueden ser solicitados por personas residentes y no residentes del territorio colombiano y, de igual forma, pueden presentarse vía nacional (Superintendencia de Industria y Comercio) o a través del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT, por sus siglas en inglés), un sistema uniforme que asiste a los solicitantes que buscan protección internacional a un bajo costo.

Tabla 5.1 Patentes presentadas ante la oficina de la SIC, 2009 - 2018.



Año	Presentadas vía nacional			Presentadas vía PCT		
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total
2009	125	69	194	1	1,593	1,594
2010	123	88	211	6	1,779	1,785
2011	190	76	266	11	1,814	1,825
2012	192	112	304	17	1,905	1,922
2013	229	98	327	13	1,841	1,854
2014	251	94	345	18	1,860	1,878
2015	300	88	388	22	1,844	1,866
2016	533	87	620	12	1,571	1,583
2017	577	103	680	18	1,674	1,692
2018	402	113	515	13	1,694	1,707
<b>Total</b>	<b>2,922</b>	<b>928</b>	<b>3,850</b>	<b>131</b>	<b>17,575</b>	<b>12,724</b>

Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

Respecto a la presentación de patentes de invención, las cuales son la piedra angular de los resultados de los procesos de innovación radical, en 2018 se solicitaron un total de 2,222, de las cuales 515 (25%) se presentaron vía nacional y 1,707 (75%) mediante el Tratado

de Cooperación. Asimismo, resulta interesante que, en comparación con el 2017, la cantidad de solicitantes residentes en Colombia disminuyó en un 30% en los registros presentados por vía nacional y en cerca de un 28% en los registros presentados vía PCT, aumentando la tasa de dependencia de patentes solicitadas de no residentes frente a residentes y afectando negativamente el coeficiente de invención<sup>1</sup> en Colombia para el año 2018 (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

Tabla 5.2 Patentes concedidas ante la oficina de la SIC, 2009 – 2018.



Año	Concedidas vía nacional			Concedidas vía PCT		
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total
2009	19	65	84	2	396	398
2010	21	60	81	9	550	559
2011	31	45	76	13	563	576
2012	101	130	231	15	1,446	1,461
2013	136	107	243	13	1,919	1,932
2014	110	65	175	8	1,200	1,208
2015	81	60	141	7	1,031	1,038
2016	92	42	134	7	776	783
2017	159	45	204	7	953	960
2018	205	44	249	10	1,012	1,022
<b>Total</b>	<b>955</b>	<b>663</b>	<b>1,618</b>	<b>91</b>	<b>9,846</b>	<b>9,937</b>

Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

<sup>1</sup> El coeficiente de invención es la tasa de patentes solicitadas por residentes por cada 100,000 habitantes.

Ahora bien, al analizar las concesiones de patentes de invención, se observa que en 2018 se concedieron 1,271 en total, de las cuales 249 (20%) fueron patentes concedidas por solicitudes vía nacional y las restantes 1,022 (80%) vía PCT. A diferencia de las patentes solicitadas, para el año 2018 la cantidad de patentes concedidas por residentes vía nacional aumentó en un 29%, y en un 43% mediante PCT en comparación al año anterior. Así, la proporción de patentes concedidas frente a las presentadas alcanzó un 57% en el 2018, lo que representa 8 puntos porcentuales más que el año anterior. Vale la pena resaltar también que 2013 ha sido el único año en que las patentes concedidas superaron la cantidad de patentes presentadas, posiblemente por el rezago normal que existe entre la presentación de solicitud en las patentes y su eventual aprobación.

Si bien la cantidad de patentes ha venido aumentando a través del tiempo en Colombia, la mayor parte de estas se ha solicitado y otorgado mediante el Tratado de Cooperación de Patentes, y la mayoría de sus solicitantes no son residentes del país. Por ejemplo, para el año 2018 las patentes presentadas por medio del Tratado de Cooperación de Patentes fueron 1,707, de las cuales 13 (0.7%) corresponden a solicitantes colombianos. De igual forma, las patentes concedidas vía TCP fueron 1,022, de las cuales tan solo 10 (1%) se confirieron a personas nacionales y 1,012 (99%) a no residentes, lo que evidencia la alta dependencia que aún existe en el país a las invenciones de carácter extranjero<sup>2</sup>.

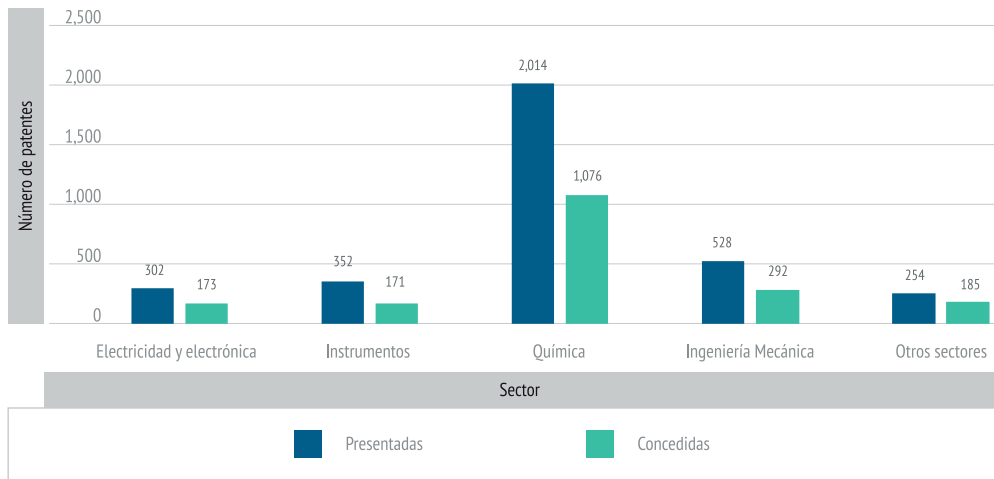
Respecto a los sectores en los cuales se clasifican las patentes de invención, la Superintendencia de Industria y Comercio las ordena

---

<sup>2</sup> Aunque esta relación ha disminuido drásticamente en los últimos 10 años, aún persiste un alto valor para este indicador, el cual es de 4,36 invenciones extranjeras por cada invención nacional para 2018.

según la tabla de concordancia de la Clasificación Internacional de Patentes (CPI), la cual incluye los siguientes sectores de la tecnología: Electricidad y Electrónica, Instrumentos, Química, Ingeniería Mecánica y Otros Sectores.

**Figura 5.1 Patentes de invención presentadas y concedidas por residentes y no residentes ante oficina de la SIC, por sector según la Clasificación Internacional de Patentes (CPI), 2018**



Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

Al analizar la figura 5.1, es importante mencionar que la suma de solicitudes de patentes presentadas por sectores de la tecnología es superior al número total de solicitudes de patentes presentadas. Esto se debe a que existen patentes con más de una clasificación de sector tecnológico. En esta clasificación se observa que Química es el sector que concentra la mayor cantidad de registros de patentes de invención en el año 2018: representa el 58% del total de patentes presentadas según CPI y el 57% del total de patentes solicitadas. De un total de 2,014 patentes solicitadas para este sector en el año 2018, tan solo 169 (8.4%) corresponden a solicitantes residentes. De las 1,076 patentes concedidas, únicamente 86 (8%) se otorgaron a residentes colombianos.

En relación con el año anterior de la ventana de observación, la cantidad de registros solicitados del sector de Instrumentos aumentó en un 8%, siendo este el sector con el mayor crecimiento. A su vez, los sectores de Ingeniería Mecánica y los incluidos en la categoría de Otros Sectores sufrieron una caída del 1% y del 9%, respectivamente. En cuanto a las patentes concedidas, todos los sectores de la tecnología presentaron una tasa de crecimiento positiva en comparación al año 2017, destacándose Electricidad y Electrónica, el cual aumentó en un 63% la cantidad de registros otorgados (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

Asimismo, vale la pena mencionar que uno de los actores que más ha crecido en el registro de patentes de invención son las universidades, lo cual demuestra la efectividad de los proyectos y programas de fomento a la investigación y desarrollo tecnológico en estas instituciones y su posterior capacidad para comercializar estas invenciones. La tabla 5.3 presenta el total de patentes de invención presentadas y concedidas a las universidades de Colombia y su participación en el total de solicitudes registradas.

**Tabla 5.3** Patentes de invención presentadas y concedidas a residentes por universidades ante oficina de la SIC, 2009 – 2018



Año	Presentadas		Concedidas	
	Total por Universidades	Participación en el total	Total por Universidades	Participación en el total
2009	16	12.70%	1	4.76%
2010	23	17.83%	1	3.33%
2011	22	10.95%	6	13.64%
2012	28	13.40%	21	18.10%
2013	64	26.45%	33	22.15%
2014	67	24.91%	38	32.20%
2015	88	27.33%	30	34.09%
2016	194	35.60%	30	30.30%
2017	240	40.34%	64	38.55%
2018	136	32.77%	82	38.14%

Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

En los últimos años, se ha evidenciado el esfuerzo de los gobiernos para que las universidades tengan un desempeño más activo en el crecimiento y desarrollo del país, estimulando así la transferencia de conocimientos y capacidades a la sociedad.

Las universidades han aumentado la cantidad de registros de forma sustancial, ya que pasaron de registrar 16 solicitudes de patentes de invención en el año 2009 a 136 una década después. Un comportamiento similar se da en el número de patentes concedidas, el cual pasó de un solo registro a 82. Por otro lado, si bien para el año 2018 la cantidad de registros solicitados por universidades disminuyó en un 43% comparado con el año anterior, el número de registros concedidos aumentó en un 28%.

En algunos casos, el total de universidades es mayor al total de patentes solicitadas o concedidas debido a que las universidades pueden compartir una patente. En el año 2018, del total de patentes solicitadas cerca del 60% corresponde a universidades públicas, mientras que del total de patentes concedidas tan solo el 41% corresponde a las mismas (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

Con el fin de medir las capacidades del país para registrar productos y servicios en economías desarrolladas y lograr una comparación del nivel de inventiva de creadores colombianos, se consultaron las bases de datos de las principales oficinas de registro de propiedad intelectual en el mundo: United States Patent and Trademark Office (USPTO), European Patent Office (EPO) y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).



**Tabla 5.4 Solicitudes y concesiones de patentes de invención a colombianos ante oficinas internacionales, 2009 - 2018**



Año	USPTO		EPO		OMPI	
	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas
2009	49	11	9	3	131	26
2010	53	19	9	1	109	22
2011	43	29	17	2	222	31
2012	72	21	11	2	135	47
2013	84	37	9	4	131	48
2014	81	42	13	2	201	61
2015	64	41	26	3	236	74
2016	83	50	11	7	205	61
2017	59	54	16	7	189	68
2018	60	28	16	5	222	89
<b>Total</b>	<b>648</b>	<b>332</b>	<b>137</b>	<b>36</b>	<b>1,781</b>	<b>527</b>

Fuente: USPTO, EPO, OMPI.

Ante las oficinas internacionales, los colombianos registran una mayor cantidad de solicitudes en la OMPI, sistema que promueve el desarrollo económico a partir de la innovación. A diferencia de la USPTO y la EPO, los solicitantes colombianos aumentaron en un 17% la cantidad de patentes presentadas en el 2018, y en un 30% las patentes concedidas en la OMPI. En contraste, en la USPTO, a los solicitantes colombianos se les concedieron 48% menos patentes que en el año 2017, registro que afecta la tendencia positiva que se había observado en los últimos años.

A continuación se analizará otro tipo de patentes, los modelos de utilidad, que corresponden a derechos que sirven para proteger invenciones que mejoran significativamente algún proceso o producto, aunque no con el nivel de inventiva de las patentes de invención. En la tabla 5.5 se muestra la cantidad de registros de modelos de utilidad solicitados por personas residentes y no residentes en Colombia.

Tabla 5.5 Modelos de utilidad presentados ante oficina de la SIC, 2009 – 2018.



Año	Presentadas vía nacional			Presentadas vía PCT		
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total
2009	198	10	208	3	1	4
2010	169	13	182	-	6	6
2011	217	12	229	2	14	16
2012	253	19	272	4	6	10
2013	236	27	263	3	9	12
2014	179	14	193	3	7	10
2015	192	16	208	1	8	9
2016	247	16	263	1	6	7
2017	190	17	207	1	8	9
2018	165	18	183	1	4	5
<b>Total</b>	<b>2,046</b>	<b>162</b>	<b>2,208</b>	<b>19</b>	<b>69</b>	<b>88</b>

Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

En relación con los modelos de utilidad, se registraron 188 patentes en total en el 2018, de las cuales 183 (97%) se presentaron vía nacional y 5 (3%) vía PCT. A diferencia de las patentes de invención, la mayor parte de registros se presentaron vía nacional, categoría en la que el 90% de los solicitantes son residentes. Sin embargo, en comparación al año 2017, se reportaron 13% menos patentes de modelos de utilidad debido a que disminuyó la cantidad de registros presentados tanto vía nacional como PCT.

“Las universidades han aumentado la cantidad de registros de forma sustancial, ya que pasaron de registrar 16 solicitudes de patentes de invención en el año 2009 a 136 una década después.”

Tabla 5.6 Modelos de utilidad concedidos ante oficina de la SIC, 2009 – 2018.



Año	Concedidas vía nacional			Concedidas vía PCT		
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total
2009	56	11	67	2	4	6
2010	49	12	61	1	8	9
2011	124	7	131	3	4	7
2012	122	10	132	2	5	7
2013	144	8	152	2	6	8
2014	72	21	93	3	6	9
2015	80	8	88	1	8	9
2016	61	6	67	-	5	5
2017	112	11	123	3	8	11
2018	91	16	107	-	6	6
<b>Total</b>	<b>911</b>	<b>110</b>	<b>1,021</b>	<b>17</b>	<b>60</b>	<b>77</b>

Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

De igual forma, el número de patentes de modelo de utilidad concedidas se solicitan en mayor medida vía nacional. Para el año 2018, se concedieron un total de 113 patentes, de las cuales 107 (95%) se otorgaron a solicitudes vía nacional y 6 (5%) vía PCT. El registro total de patentes de modelos de utilidad (presentadas y concedidas) disminuyó significativamente en relación con el año 2017.

La diferencia observada entre la presentación de modelos de utilidad y el mismo indicador en patentes de invención puede deberse a que gran parte de las invenciones nuevas provienen por lo general de extranjero, mientras que las modificaciones de mejora son producidas de forma local.

Adicionalmente, el análisis del comportamiento de los registros de PI en Colombia no debe limitarse a las patentes, sino que también se debe analizar otro de los grandes aspectos del sector: el de diseños industriales<sup>3</sup>. En Colombia, este es uno de los temas más importantes para la industria por su relación con la economía naranja.

<sup>3</sup> Es la forma externa bidimensional o tridimensional de un producto que le otorga a este una apariencia particular.

**Tabla 5.7 Diseños industriales presentados y concedidos ante oficina de la SIC, 2009 - 2018\***



Año	Presentados			Concedidos		
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total
2009	132	278	410	20	250	270
2010	121	278	399	69	261	330
2011	139	247	386	312	505	817
2012	210	281	491	191	279	470
2013	318	445	763	172	363	535
2014	271	306	577	209	313	522
2015	359	361	720	219	285	504
2016	227	306	533	196	294	490
2017	259	297	556	193	362	555
2018	288	350	638	258	304	562
<b>Total</b>	<b>2,324</b>	<b>3,149</b>	<b>5,473</b>	<b>1,839</b>	<b>3,216</b>	<b>5,055</b>

Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

La cantidad de registros de diseños industriales que se presentaron ante la oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio en el 2018 fue de 638, de los cuales 288 (45%) fueron presentados por residentes en Colombia y 350 (55%) por no residentes.

Respecto a los registros industriales concedidos, se observa un total de 562, de los cuales 258 (46%) fueron concedidos a residentes y 304 (54%) a personas no residentes. La cercanía entre estos valores sugiere que la capacidad de inventiva nacional respecto al diseño estético de productos es competitiva frente al extranjero.

De igual forma, los signos distintivos juegan un papel fundamental en el sistema de propiedad industrial, ya que estas distinciones son utilizadas por los empresarios para identificarse en el comercio, diferenciar su establecimiento e individualizar los productos que fabrican o los servicios que prestan (Canaval, 2008). Estas marcas y lemas comerciales pueden ser presentados y concedidos vía nacional o mediante el protocolo de Madrid, el cual ofrece a los propietarios de una marca la posibilidad de protegerla en varios países.

**Tabla 5.8 Marcas y lemas comerciales solicitados y registrados ante oficina de la SIC, 2009 - 2018\***



Año	Presentados			Concedidos		
	Protocolo de Madrid	Nacional	Total	Protocolo de Madrid	Nacional	Total
2009	0	21,627	21,627	0	22,224	22,224
2010	0	26,634	26,634	0	21,778	21,778
2011	0	29,654	29,654	0	22,997	22,997
2012	545	30,681	31,226	0	27,264	27,264
2013	7,066	30,107	37,173	2,992	19,519	22,511
2014	9,197	30,732	39,929	6,250	26,117	32,367
2015	11,421	33,677	45,098	7,100	27,779	34,879
2016	9,564	32,737	42,301	7,667	19,689	27,356
2017	10,565	32,160	42,725	8,470	24,314	32,784
2018	10,062	35,813	45,875	10,412	29,135	39,547
<b>Total</b>	<b>58,420</b>	<b>303,822</b>	<b>362,242</b>	<b>42,891</b>	<b>240,816</b>	<b>283,707</b>

**Fuente:** SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

En el año 2018, se logró la mayor cantidad de registros solicitados y concedidos de signos distintivos en Colombia. El total de solicitudes de marcas y lemas comerciales aumentó en un 7.37% en comparación al 2017. Aunque la cantidad de signos distintivos presentados mediante el protocolo de Madrid disminuyó en un 4.76%, el número de registros presentados vía nacional aumentó en un 11.36%. Por otro lado, la cantidad de marcas y lemas comerciales registrados por el protocolo de Madrid y vía nacional aumentó significativamente en comparación con el periodo anterior (23% y 20% respectivamente).

Si bien la dinámica nacional ha mejorado notablemente, es importante analizar con un poco más de detalle el comportamiento regional en la propiedad industrial. No sorprende que en Colombia la mayor cantidad de registros de PI se hayan presentado en los departamentos con mayor actividad económica, lo que deja entrever las grandes brechas que existen entre estas regiones y el resto del país.

La siguiente ventana de observación en la tabla 5.9 muestra el número de patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales presentados y concedidos en los departamentos de Colombia durante el periodo 2009-2018.

**Tabla 5.9 Patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales presentados y concedidos ante oficina de la SIC, por departamento, 2009 – 2018.**



Departamento	Patentes de invención		Modelos de utilidad		Diseños industriales	
	Solicitadas	Concedidas	Solicitadas	Concedidas	Solicitadas	Concedidas
Antioquia	611	211	342	152	625	514
Arauca	-	-	-	-	-	-
Atlántico	122	28	37	11	23	18
Bogotá D.C.	1,258	497	1,079	501	1,085	898
Bolívar	22	6	18	3	16	14
Boyacá	33	7	12	7	11	10
Caldas	67	23	33	19	17	16
Caquetá	1	1	3	1	-	-
Casanare	1	-	4	1	1	-
Cauca	28	12	11	5	11	11
Cesar	11	2	7	-	1	1
Chocó	3	-	2	1	-	-
Córdoba	3	1	4	1	-	-
Cundinamarca	128	35	106	43	126	82
Guajira	5	-	4	-	1	1
Huila	38	8	16	1	3	-
Magdalena	13	2	4	1	2	1
Meta	15	4	11	3	6	4
Nariño	19	-	10	1	15	14
Norte de Santander	31	6	16	9	12	6
Putumayo	7	-	-	-	1	-
Quindío	45	12	23	13	8	6
Risaralda	83	27	51	24	51	38
San Andrés y Providencia	1	1	-	-	-	-
Santander	244	78	58	28	55	51
Sucre	2	1	5	1	-	-
Tolima	31	6	33	7	18	12
Valle del Cauca	231	78	176	95	236	140
<b>Total</b>	<b>3,053</b>	<b>1,046</b>	<b>2,065</b>	<b>928</b>	<b>2,324</b>	<b>1,837</b>

Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>

“ Para el año 2018, se concedieron un total de 113 patentes, de las cuales 107 (95%) se otorgaron a solicitudes vía nacional y 6 (5%) vía PCT. El registro total de patentes de modelos de utilidad (presentadas y concedidas) disminuyó significativamente en relación con el año 2017.”

En los últimos 10 años, en Bogotá se ha solicitado un total de 1,258 patentes de invención, lo que corresponde a cerca del 41% del total de registros en Colombia. Igualmente, la ciudad capital tiene la mayor cantidad de patentes de invención concedidas, con 497 registros. En el año 2018, Bogotá y Antioquia disminuyeron en un 34% y un 53%, respectivamente, la cantidad de patentes presentadas en comparación al año anterior; sin embargo, el número de las patentes concedidas no se vio afectado. Por otro lado, debe reconocerse que en el 2018 los departamentos Sucre y Córdoba lograron su primera concesión de patente de invención (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

En relación a las patentes de modelos de utilidad, se observa que la mayor participación de registros se concentra de igual forma en Bogotá, representando el 52% del total de patentes de modelos de utilidad solicitados y cerca de 54% del total de patentes concedidas. En el año 2018, sobresale el departamento de Caldas, ya que pasó de 1 registro solicitado en el 2017 a 6, y de 1 patente de modelo de utilidad concedida a 5 (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

De igual forma, la mayor cantidad de registros de diseños industriales se concentran en la ciudad capital, seguida por Antioquia y el Valle del Cauca. Sin embargo, a diferencia de las patentes, estos registros aumentaron en el año 2018 en comparación con el año anterior, destacándose los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, en los cuales se logró un aumento significativo para dicho año. También se destaca el departamento del Cesar, donde se logró el primer diseño industrial solicitado y concedido (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

De esta forma, se puede concluir que:

- En el año 2018, la cantidad de registros de patentes de invención y modelos de utilidad solicitados no aumentó en comparación al año 2017. Sin embargo, para el año 2018 aumentó la cantidad de patentes de invención y modelos de utilidad concedidos.
- Para el caso de patentes de invención concedidas a residentes, el 54% se solicitó en el año 2016 y tan solo el 20% en el año 2017. Mientras tanto, respecto al total de patentes de modelo de utilidad concedidas a residentes, el 53% se solicitó en el 2017 y el 15% el mismo 2018.
- Los colombianos lograron la mayor cantidad de patentes de invención concedidas por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) en el año 2018.
- Los registros de diseños industriales solicitados y concedidos lograron una tasa de crecimiento positiva por tercer año consecutivo.
- En las marcas y lemas comerciales se logró la mayor cantidad de registros tanto solicitados como concedidos en el año 2018.
- Las capacidades de propiedad industrial a nivel departamental están sumamente concentradas en las regiones de mayor actividad económica y comercial.



- Si bien los procedimientos de registro y reconocimiento de la propiedad industrial en Colombia han mejorado, este sigue siendo un proceso que presenta complejidades y que requiere tiempos extensos.

“En relación a las patentes de modelos de utilidad, se observa que la mayor participación de registros se concentra de igual forma en Bogotá, representando el 52% del total de patentes de modelos de utilidad solicitados y cerca de 54% del total de patentes concedidas.”



## Nota metodológica

El capítulo presenta las estadísticas de propiedad industrial de Colombia, con el objetivo de establecer sus dinámicas en el contexto nacional e internacional. Para ello, se consultaron datos provenientes de fuentes de información nacionales e internacionales.

En Colombia, el organismo responsable de la vigilancia y protección del sistema de propiedad industrial es la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). Por este motivo, la principal fuente de información del capítulo fue consultada y descargada directamente de las estadísticas de propiedad industrial de la SIC (<https://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>).

Por otro lado, en lo que se refiere a las fuentes de información internacionales se consultaron los registros de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) (<https://www.wipo.int/ipstats/es/>), oficinas de registro de patentes de Estados Unidos (USPTO) (<https://www.uspto.gov/>) y la oficina Europea de Patentes (EPO) (<https://www.epo.org>). Esto con el fin de analizar el comportamiento en cuanto a las invenciones solicitadas y otorgadas de los residentes colombianos en las principales oficinas de patentes.



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

*<https://propiedadlibro2019.ocyt.org.co/>*

o escaneando el código QR con tu celular.

## Referencias

García-Huidobro, V. (1992). *Legislación sobre propiedad industrial: análisis, jurisprudencia y guía práctica*. Santiago de Chile: Editorial Jurídica de Chile.

Canaval, J. (2008). *Manual de propiedad intelectual*. Bogotá D.C.: Universidad del Rosario.



# Capítulo

# 6



## Innovación en las empresas colombianas de manufactura y servicios



Sandra Zárate Rincón



Henry Mora Holguín



Juan Camilo Castellanos

“Se observa que entre las empresas que contestaron la encuesta durante el periodo 2009-2018, las pequeñas se encuentran en mayor proporción, representando en promedio el 65.89% de la muestra; en ese mismo periodo la proporción de empresas medianas creció en un 7%, llegando el último año a representar el 29.57% del total de empresas encuestadas.”



La innovación es en la actualidad un elemento fundamental para el desarrollo y crecimiento de cualquier economía en el mundo; esta comprende actividades y resultados en diferentes sectores y es liderada por distintos actores en el ámbito público, privado y académico. Su medición tiene en cuenta aspectos complejos, dinámicos, no lineales, multifactoriales y multinivel (local, regional, global), y su definición puede variar según el tipo de resultado obtenido y el tipo de actor al que beneficia.

En lo que se refiere a la medición de innovación en el sector empresarial, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) han producido y adaptado lineamientos que guían la recolección de la información sobre la actividad innovadora de las empresas. Cada país se ha apropiado de dichas recomendaciones para diseñar indicadores de acuerdo a sus intereses y a las prioridades relativas al tipo de información que quiere identificar. Esto se ve reflejado en los instrumentos usados para su medición como, por ejemplo, las encuestas de innovación.

Estas encuestas son importantes para la toma de decisiones, dado que a nivel micro recolectan información particular relacionada con la innovación en cada organización y a nivel macro describen el comportamiento innovador de un sector, región o país.

En Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) realiza la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica para los Sectores de Manufactura (EDIT) y Servicios (EDITS). En sus versiones más recientes, estas encuestas describen la innovación como todo bien o servicio nuevo o significativamente mejorado introducido en el mercado; todo proceso nuevo o significativamente mejorado introducido en la empresa; o todo método organizativo nuevo o técnica de comercialización nueva introducida en la empresa. Dadas las recomendaciones de la cuarta y más reciente edición del Manual de Oslo (OECD, 2018), esta definición tiene algunos ajustes; sin embargo, es la que tomamos como referencia para el presente análisis, dado que fue esta la que guió la recolección de la información sobre innovación empresarial en Colombia hasta 2018 y concuerda con la tercera versión del Manual de Oslo (OECD-Eurostat, 2005).

Es importante mencionar que, dadas las características metodológicas en la conformación de la muestra para cada uno de los sectores (manufactura y servicios), las encuestas no son comparables entre sí<sup>1</sup>. Sin embargo, es posible presentar una síntesis del comportamiento de las principales variables referentes a inversión, ejecución de actividades, fuentes de financiamiento, personal y resultados de las empresas colombianas entre 2008 y 2018.

Para empezar, se observa una disminución en el número de empresas que responden las encuestas del sector manufactura que podría deberse a los ajustes realizados en la metodología aplicada, en particular a las modificaciones en las actividades económicas. Tales cambios implicaron la adaptación de la cuarta versión de la Clasificación Industrial Internacional Unificada (CIIU) que condujo

---

<sup>1</sup> Para el sector manufacturero el criterio mínimo de inclusión corresponde a establecimientos con 10 o más personas ocupadas o con producción anual mayor a la especificada en la Encuesta Anual Manufacturera. De forma separada, la encuesta también mide la innovación en servicios y comercio, exigiendo parámetros de inclusión de 20 personas o más en el sector servicios y de 100 personas o más en comercio.

a la eliminación y cambios de sector de varias categorías<sup>2</sup>. Para el caso de las empresas de servicios ocurre lo contrario: se observó un número creciente de empresas que respondieron la encuesta de desarrollo tecnológico en este sector, ya que varias de sus clasificaciones se ampliaron.

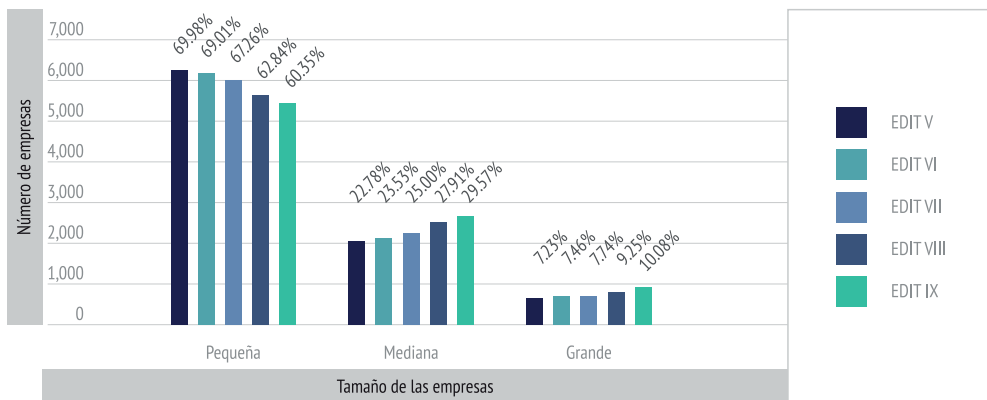
Los resultados de las cinco últimas encuestas del sector manufacturero, 2009-2018 (EDIT V-IX), muestran que la proporción de empresas por tamaño, según el número de empleados, se ha ido modificando. Se observa que entre las empresas que contestaron la encuesta durante el periodo 2009-2018, las pequeñas se encuentran en mayor proporción, representando en promedio el 65.89% de la muestra; en ese mismo periodo la proporción de empresas medianas creció en un 7%, llegando el último año a representar el 29.57% del total de empresas encuestadas (ver figura 6.1).

En el caso del sector servicios, durante el periodo 2008-2017 (EDITS II-VI) la proporción de empresas, por tamaño, fue más balanceada y dominaron las empresas medianas. El número de empresas pequeñas creció, pero su participación porcentual en la muestra total no superó en ningún periodo el 45%. Adicionalmente, se observó un aumento en la participación de las empresas medianas en las distintas versiones de la encuesta, incrementándose su número y también el porcentaje de estas respecto al total de las empresas; así, durante las últimas tres encuestas (2012-2017) la proporción de las empresas medianas fue mayor que la de las pequeñas y grandes. Para la última encuesta (EDITS VI 2016-2017), la muestra estuvo conformada por 40.78% (3,528) empresas pequeñas, 42.16% (3,647) empresas medianas y 17.06% (1,476) empresas grandes (ver figura 6.2).

---

<sup>2</sup> En Manufactura, a partir de la EDIT VII 2013-2014, y en servicios a partir de la EDITS IV 2012-2013, empezó el cambio hacia la clasificación CIIU revisión 4.

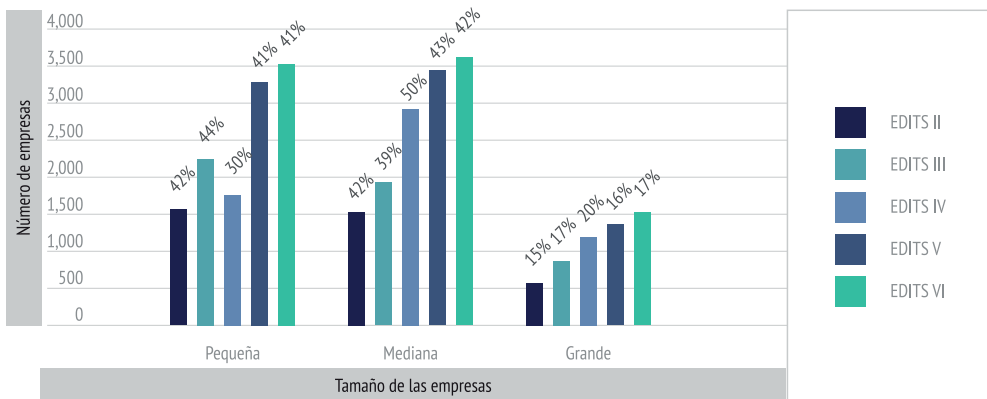
**Figura 6.1** Distribución de las empresas del sector de manufactura por Encuesta de Desarrollo Tecnológico (EDIT V-EDIT IX) y por tamaño.



**Fuente:** DANE. EDIT V, EDIT VI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX. En el sector manufactura, 8,642 empresas respondieron la EDIT V, 9,137 la EDIT VI, 8,835 la EDIT VII, 7,947 la EDIT VIII, 7,529 la EDIT IX.

**Nota:** El tamaño de la empresa se define teniendo en cuenta el criterio del Manual de Oslo, el cual propone una clasificación de empresas por tamaño según número de empleados. Pequeña: máximo 49 empleados. Mediana: entre 50 y 249 empleados. Grande: 250 o más empleados.

**Figura 6.2** Distribución de las empresas del sector de servicios por Encuesta de Desarrollo Tecnológico (EDITS III-EDITS VI) y por tamaño.



**Fuente:** DANE. EDITS II, EDITS III, EDITS IV, EDITS V, EDITS VI. En el sector servicios, 3,662 empresas respondieron la EDITS II, 5,038 la EDITS III, 5,848 la EDITS IV, 8,056 la EDITS V y 8,651 la EDITS VI.

**Nota:** El tamaño de la empresa se hace teniendo en cuenta el criterio de Manual de Oslo, que propone una clasificación de empresas por tamaño según número de empleados: Pequeña: máximo 49 empleados. Mediana: entre 50 y 249 empleados. Grande: 250 o más empleados.

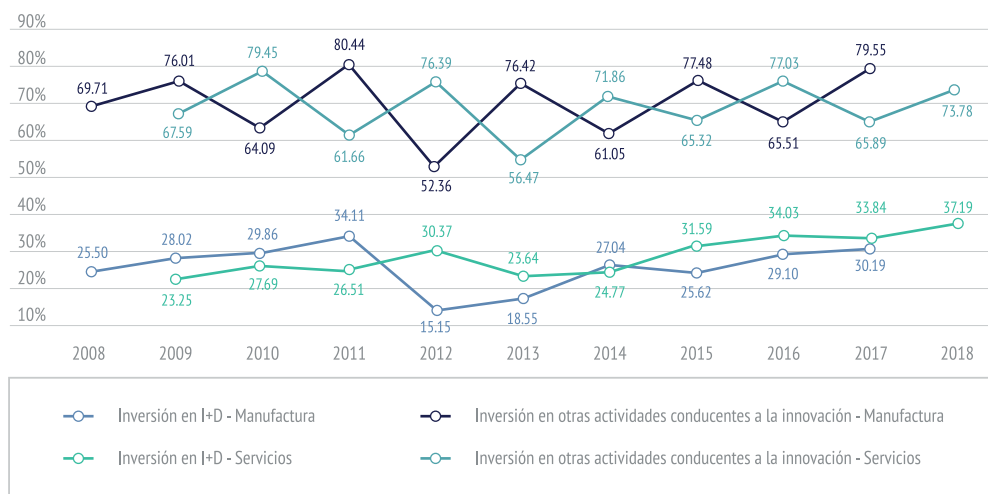
Respecto a las capacidades de las empresas para el desarrollo de innovaciones, además de la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D), las empresas invierten en actividades conducentes a la innovación como las siguientes: adquisición de maquinaria y equipo; tecnologías de información y telecomunicaciones; mercadotecnia; transferencia de tecnología y/o adquisición de otros conocimientos externos; asistencia técnica y consultoría; ingeniería y diseño industrial; y formación y capacitación especializada. Es importante anotar que existen empresas que realizaron inversiones tanto en I+D como en otras actividades, y que también hay empresas que no invirtieron en ningún tipo de actividad (ver figura 6.3).

Entre 2012 y 2018, la mayoría de las empresas en el sector manufactura invirtieron en otro tipo de actividades conducentes a la innovación; este porcentaje siempre fue mayor al 56%, mientras que el de I+D no superó el 38%. Se observa que aunque se ha incrementado la proporción de empresas que han hecho inversiones en I+D, la inversión como porcentaje de las ventas totales muestra una reducción: en 2012 representaba el 0.41% de las ventas y para 2018 el 0.29% (ver figuras 6.2 y 6.3). Para ese mismo periodo, la inversión en otras actividades conducentes a la innovación decreció: entre 2015 y 2017 se observó el descenso más pronunciado, con una reducción en la inversión del 41%.

**“Entre 2012 y 2018, la mayoría de las empresas en el sector manufactura invirtieron en otro tipo de actividades conducentes a la innovación; este porcentaje siempre fue mayor al 56%, mientras que el de I+D no superó el 38%.”**

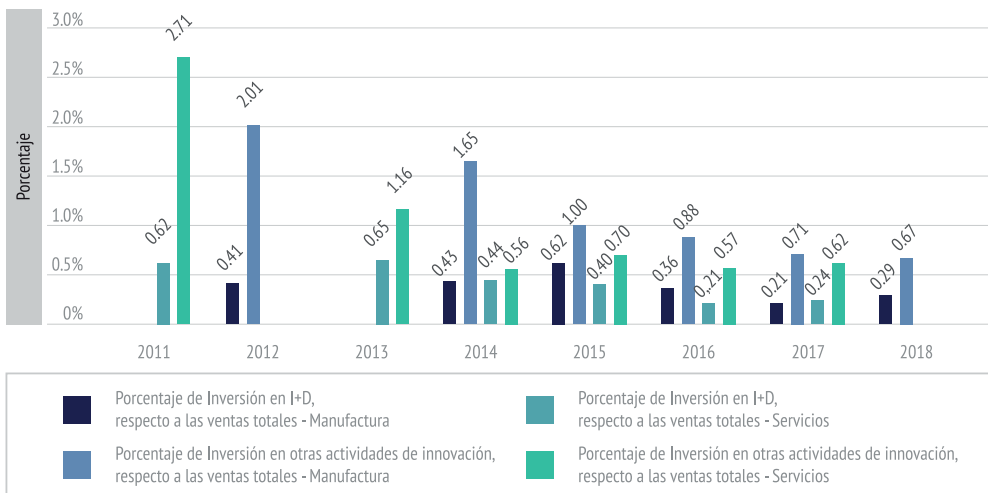
Por otra parte, se observó que en el periodo 2008-2017 la participación de las empresas del sector de servicios incrementó, aunque la inversión disminuyó. El porcentaje de empresas que invirtieron en I+D no fue mayor al 35% del total. En este aspecto se observó un comportamiento decreciente entre 2008 y 2011, mientras que entre 2012 y 2018 el porcentaje se incrementó hasta casi duplicar el número de empresas que reportan este tipo de gasto. Por otra parte, el porcentaje de las empresas que invirtieron en otro tipo de actividades conducentes a la innovación superó en todo el periodo el 52%. La inversión en estas actividades tuvo un comportamiento cíclico y entre los años de las últimas dos encuestas (2014-2017) el monto no ha superado el 0.7% de las ventas totales.

**Figura 6.3** Porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D vs. empresas que realizan otras actividades conducentes a la innovación, sectores de manufactura y servicios.



Fuente: DANE, EDITS II, EDITS III, EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, EDIT V, EDIT VI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX.

**Figura 6.4** Inversión en I+D vs. inversión en otras actividades conducentes a la innovación, como porcentaje de las ventas totales, sectores de manufactura y servicios.



**Fuente:** DANE, EDITS II, EDITS III, EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, DANE, EDIT V, EDIT VI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX.

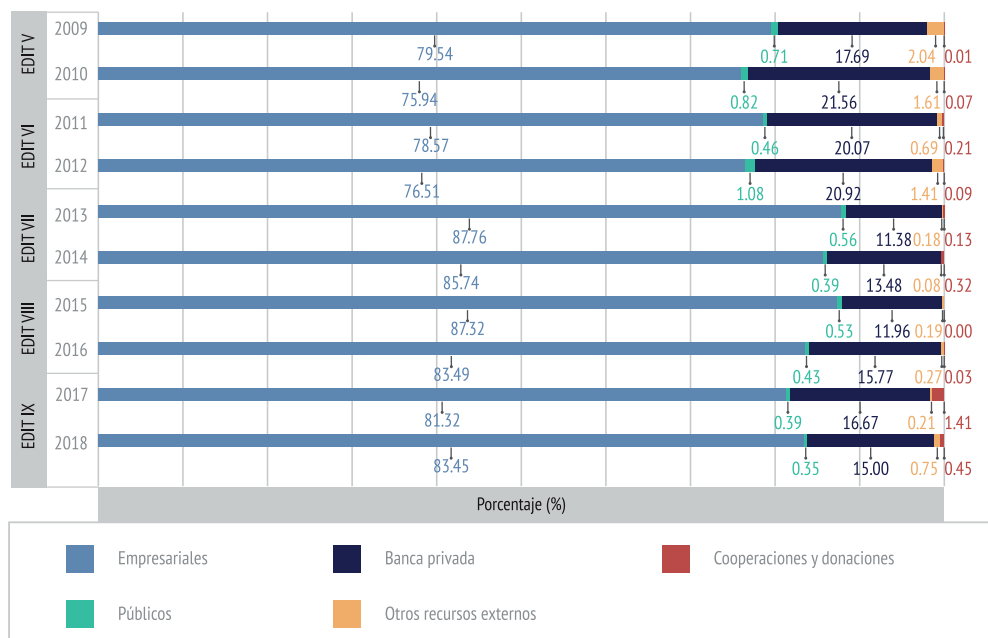
En manufactura las encuestas empiezan a registrar información de ventas a partir de la EDIT VI, solo para el segundo año (2012), en adelante la encuesta si presenta información para cada año. En servicios las encuestas empiezan a registrar información de ventas a partir de la EDITS III. Para las versiones III y IV sólo se presenta el valor del segundo año (2011 y 2013) y en adelante las encuestas presenta la información para cada año. La información de EDIT y EDITS no es comparable por años debido a las diferencias en la metodología de recolección de la muestra para cada sector.

Respecto al financiamiento de este tipo de actividades, se encontró que en el sector manufacturero la mayor parte de este proviene de recursos propios. En el periodo 2009-2018, el uso de esta fuente fue superior al 75%. La segunda fuente más importante fue la banca privada, con participaciones entre el 11% y el 22%, mientras que las demás fuentes no fueron significativamente relevantes.

En el periodo 2008-2017, los recursos propios también fueron la fuente de recursos más importante en el sector servicios, apareciendo siempre por encima del 63%; los recursos de la banca privada ocupan el segundo lugar, con tasas superiores al 7%. Sin embargo, en

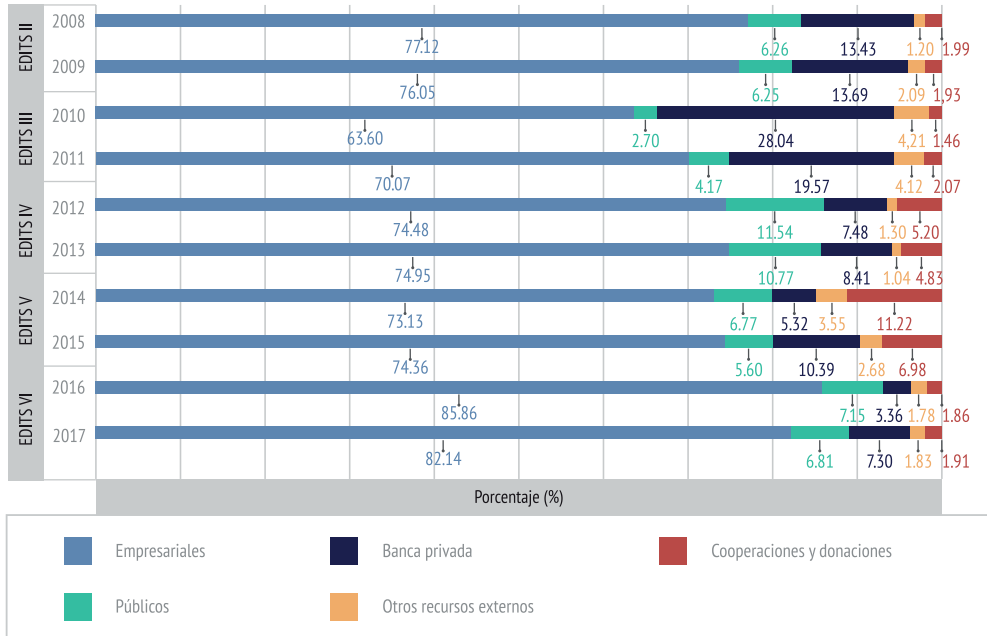
este sector se destacó además el uso de recursos públicos, que estuvo entre el 2.5% y el 11.5%, así como el uso de recursos de cooperación y donaciones, particularmente en 2014, cuando este representó el 11.2% de los recursos utilizados, y en 2015, cuando fue del 6.9%.

**Figura 6.5** Distribución de la financiación de las actividades conducentes a la innovación en empresas de manufactura, según fuente.





**Figura 6.6** Distribución de la financiación de las actividades conducentes a la innovación en empresas de servicios, según fuente.



**Fuente:** DANE. EDITS II, EDITS III, EDITS IV, EDITS V, EDITS VI. EDIT V, EDIT VI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX.

En manufactura las encuestas empiezan a registrar información de ventas a partir de la EDIT VI, solo para el segundo año (2012); en adelante la encuesta sí presenta información para cada año.

**Nota:** La suma del total reportado por algunas encuestas no es igual a la suma de cada una de las fuentes de financiación. Por esto se toman las proporciones por la suma de cada una de estas mismas fuentes.

En relación con el personal que trabaja en las actividades que contribuyen al desarrollo de la innovación, en el sector manufacturero hubo un comportamiento creciente en la vinculación de nuevas personas a estas actividades entre 2013 y 2016, mientras que durante los dos años siguientes se presentó una disminución significativa (del 33%). A pesar de que el total del número de personas vinculadas disminuyó, debe destacarse que la vinculación de personas altamente calificadas (doctores, maestros y especialistas) aumentó en 498 personas entre 2013 y 2018. El personal con cualificación inferior

a la profesional, como los tecnólogos, técnicos de nivel primaria y formación SENA, disminuyó en 413 personas. Al analizar la distribución geográfica de este personal, es evidente que la mayor proporción (86%) se concentraba en Bogotá, Antioquia, Valle, Cundinamarca, Atlántico y Santander.

Para el sector servicios, la vinculación del personal en este conjunto de actividades tuvo un comportamiento variable: incrementó durante el periodo 2012-2015 (24% en promedio), se redujo significativamente (45%) para el periodo 2016, y volvió a incrementar levemente (18%) para 2017. Sin embargo, la vinculación del personal altamente calificado con formación de doctorado, maestría, especialización y con formación profesional creció de manera general durante el periodo 2012-2017, a tasas promedio anuales de 12.3%, 7.8%, 3.9% y 7.2% para cada nivel de formación, respectivamente. Por otra parte, el personal con formación tecnológica, técnica, secundaria, primaria y SENA incrementó su participación entre 2012 y 2015 (63.5% en promedio), pero esta descendió de manera dramática (78% en promedio) para el año 2016, volviéndose a incrementar en el siguiente año (29.6%). El personal ocupado promedio que participó en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación entre 2012 y 2017 no superó el 3.7% en ningún periodo. Respecto a la participación regional, durante el periodo 2014-2017 la mayor parte de este grupo de personas (78.8%) se concentró en Bogotá, Antioquia, Valle, Cundinamarca, Atlántico y Santander.

**Tabla 6.1** Personal ocupado que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación por nivel educativo, sector manufactura.



Máximo nivel de formación alcanzado	EDIT VII				EDIT VIII				EDIT IX			
	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov
Doctorado	334	92	350	109	423	97	416	109	284	96	297	105
Maestría	4,351	617	4,788	726	5,563	722	5,736	827	5,127	784	5,550	895

continúa

Máximo nivel de formación alcanzado	EDIT VII				EDIT VIII				EDIT IX			
	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov
Especialización	20,334	1,797	21,123	2,229	20,218	1,771	21,298	2,078	21,321	1,780	22,398	2,004
Universidad	98,086	5,043	100,372	6,374	100,674	5,654	103,161	6,664	106,133	5,095	107,501	5,987
Tecnólogo	59,746	2,005	61,371	2,374	63,442	2,174	65,340	2,512	73,015	1,565	74,352	1,870
Técnico	76,717	1,640	77,431	2,021	82,551	1,918	86,148	2,268	91,798	1,190	93,083	1,566
Secundaria	423,527	4,281	429,917	5,881	431,218	5,931	436,795	6,106	422,470	1,578	411,722	1,780
Primaria	81,679	310	79,700	377	76,877	742	75,161	941	65,075	103	60,905	118
Sena	17,741	168	17,979	181	18,180	212	19,402	284	19,339	118	20,157	156
Ninguno	4,302	21	3,411	18	6,074	11	5,964	11	7,231	4	6,902	2

Fuente: EDIT V: EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX.

**Total:** Número total de personas empleadas en cada una de las empresas que respondieron la encuesta, por máximo nivel alcanzado.

**Innov:** Número de personas ocupadas promedio que participó en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

**Tabla 6.2. Personal ocupado que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación por nivel educativo. Sector servicios.**



Máximo nivel de formación alcanzado	EDITS IV				EDITS V				EDITS VI			
	2012		2013		2014		2015		2016		2017	
	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov	Total	Innov
Doctorado	8,642	2,199	9,027	2,460	9,791	2,667	10,805	3,305	13,326	3,557	14,698	3,904
Maestría	40,934	6,105	44,300	7,104	51,075	6,352	54,868	7,533	68,592	7,342	73,733	8,590
Especialización	103,867	6,845	110,297	7,697	121,996	7,024	129,198	8,648	136,956	6,365	140,703	7,595
Universidad	299,246	12,275	312,568	16,182	364,244	15,135	380,154	19,822	402,752	12,152	410,315	14,375
Tecnólogo	107,419	1,936	113,794	2,766	135,399	3,393	143,084	4,637	166,648	1,572	167,335	2,113
Técnico	205,995	2,044	220,464	3,001	254,358	4,104	269,584	5,457	287,706	1,488	289,867	1,981
Secundaria	502,829	1,340	524,362	4,692	586,359	11,126	591,713	12,312	632,314	1,803	628,251	2,129
Primaria	82,603	203	80,009	423	85,890	337	84,504	402	98,184	62	94,992	121
Sena	28,144	113	31,268	161	41,866	238	44,485	394	44,669	141	42,921	222
Ninguno	4,974	6	4,905	60	4,663	57	4,717	114	14,853	2	25,056	4

Fuente: DANE: EDITS IV, EDITS V, EDITS VI.

**Total:** Número total de personas empleadas en cada una de las empresas que respondieron la encuesta, por máximo nivel alcanzado.

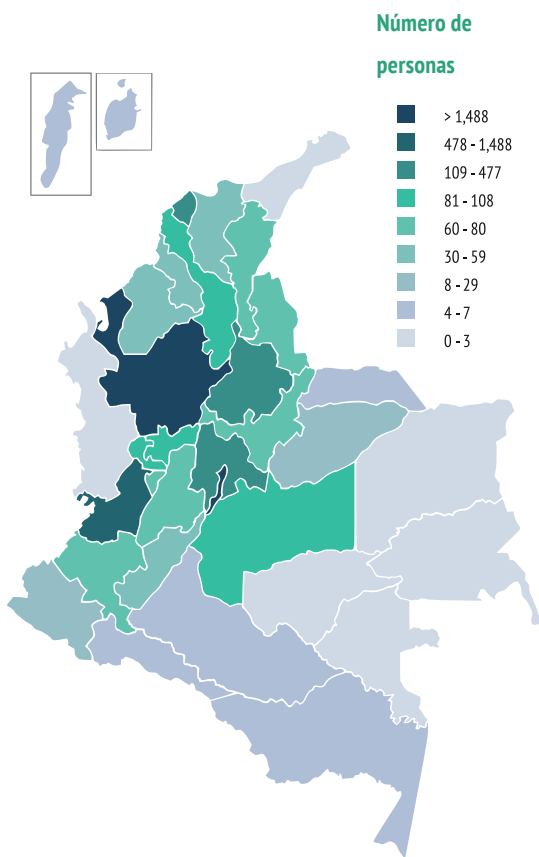
**Innov:** Número de personas ocupadas promedio que participó en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

**Figura 6.7** Número de personas que participaron en la realización de actividades conducentes a la innovación, por departamento, en las empresas de manufactura y servicios.



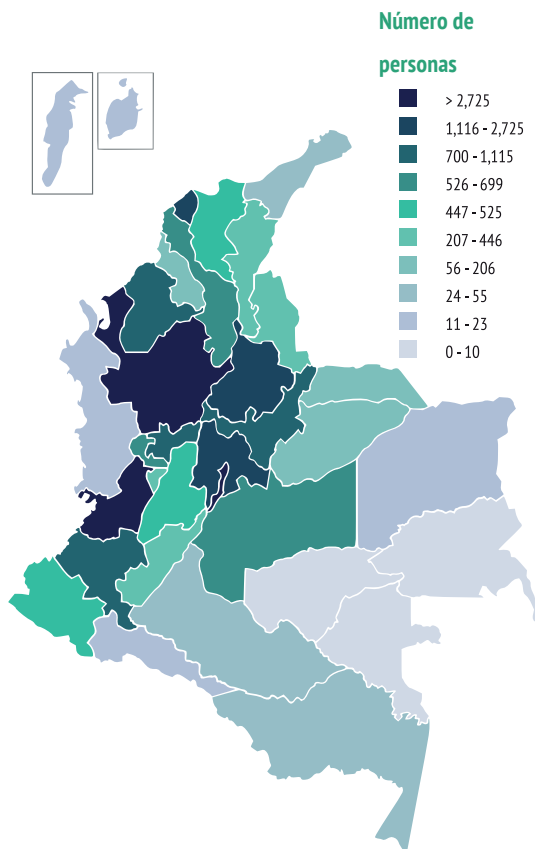
Departamento	Manufactura			
	EDIT VIII		EDIT IX	
	2015	2016	2017	2018
Amazonas	8	8	5	5
Antioquia	6,213	7,025	3,551	3,994
Arauca	1	8	0	6
Atlántico	1,014	1,324	629	673
Bogotá	5,451	6,010	3,565	4,253
Bolívar	321	322	374	451
Boyacá	417	525	105	100
Caldas	578	676	357	439
Caquetá	5	7	6	7
Casanare	15	13	22	25
Cauca	246	136	78	80
Cesar	22	48	47	70
Chocó	0	2	0	0
Córdoba	24	30	19	35
Cundinamarca	1,168	1,279	1,048	1,290
Guainía	2	7	0	0
Guaviare	0	0	0	1
Huila	50	59	23	31
La Guajira	2	0	0	0
Magdalena	50	59	47	59
Meta	75	169	48	108
Nariño	13	16	19	23
N de Santander	145	208	39	72
Putumayo	2	2	2	4
Quindío	50	112	54	80
Risaralda	351	417	283	328
San Andrés	0	0	0	7
Santander	862	1,013	406	577
Sucre	35	38	25	40
Tolima	135	196	35	105
Valle	1,977	2,091	1,526	1,620
Vaupés	0	0	0	0
Vichada	0	0	0	0

**Desagregación por entidad territorial, Manufactura, 2018**



### Desagregación por entidad territorial, Servicios, 2017

Departamento	Servicios			
	EDITS V		EDITS VI	
	2014	2015	2016	2017
Amazonas	12	149	15	36
Antioquia	6,978	8,789	5,824	6,890
Arauca	188	198	7	78
Atlántico	2,199	2,829	1,708	2,144
Bogotá	22,168	25,915	14,796	16,706
Bolívar	906	1,060	347	658
Boyacá	1,674	2,084	567	756
Caldas	856	1,219	912	963
Caquetá	64	79	32	45
Casanare	72	107	96	132
Cauca	883	1,060	702	953
Cesar	254	304	99	213
Chocó	36	142	13	23
Córdoba	553	675	595	709
Cundinamarca	3,737	4,811	1,359	1,723
Guainía	3	9	7	9
Guaviare	16	39	6	2
Huila	907	1,184	281	346
La Guajira	72	82	41	49
Magdalena	287	399	423	513
Meta	485	454	419	541
Nariño	645	1,024	401	461
N de Santander	386	707	193	313
Putumayo	134	129	12	13
Quindío	1,168	1,226	409	446
Risaralda	715	888	509	599
San Andrés	38	27	8	11
Santander	1,210	1,796	1,568	1,898
Sucre	90	138	128	194
Tolima	530	689	366	473
Valle	3,114	4,377	2,622	3,112
Vaupés	15	6	2	3
Vichada	38	29	17	22



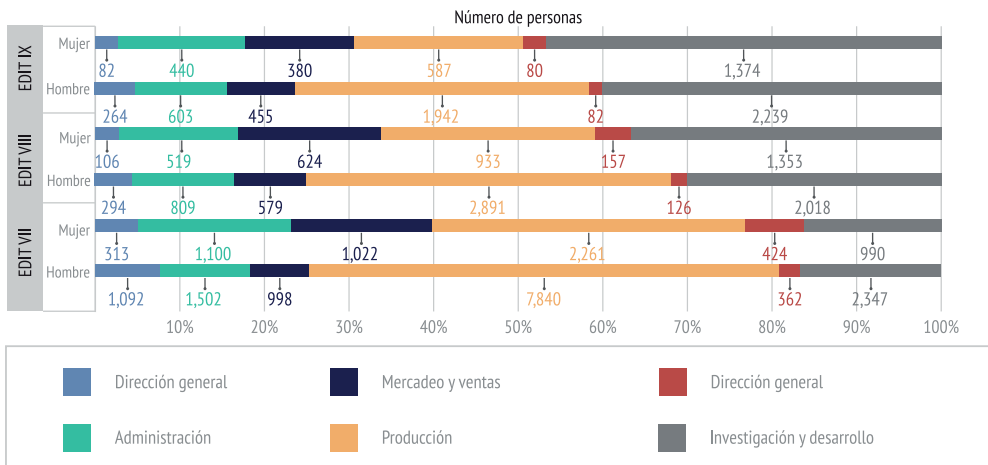
**Fuente:** DANE: EDIT VIII, IX Y EDITS V, VI. La información sólo se presenta para las dos últimas versiones de las encuestas de cada sector; las demás cifras se pueden consultar en el portal de datos abiertos del OCyT.

Al analizar la participación de hombres y mujeres en la realización de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación entre 2013 y 2018 en el sector de manufactura, se evidenció que el número de hombres, en promedio, es el doble del de mujeres. Se observó que en general la participación de hombres y mujeres incrementó en las áreas de Investigación y Desarrollo, y disminuyó en las áreas de producción y administración. Para la última encuesta del sector de manufactura (2017-2018), la mayoría de las mujeres que realizaban alguna actividad de innovación se desempeñaba en cargos de Investigación y Desarrollo, mientras que la participación de los hombres se destaca más en los cargos de producción y administración.

En el sector servicios, la diferencia entre hombres y mujeres ocupados en actividades conducentes a la innovación fue significativa: las mujeres representaron en promedio el 40% del personal total ocupado, y para la EDITS VI (2016-2017) la mayoría de ellas (más del 70%) se dedicó a labores de I+D. Con respecto a los hombres, de 2012 a 2015 la mayoría se desempeñaba en las áreas de producción y administración, mientras que para la última encuesta (2017-2018) se modificó la participación: más del 76% estaban trabajando en el área de I+D.

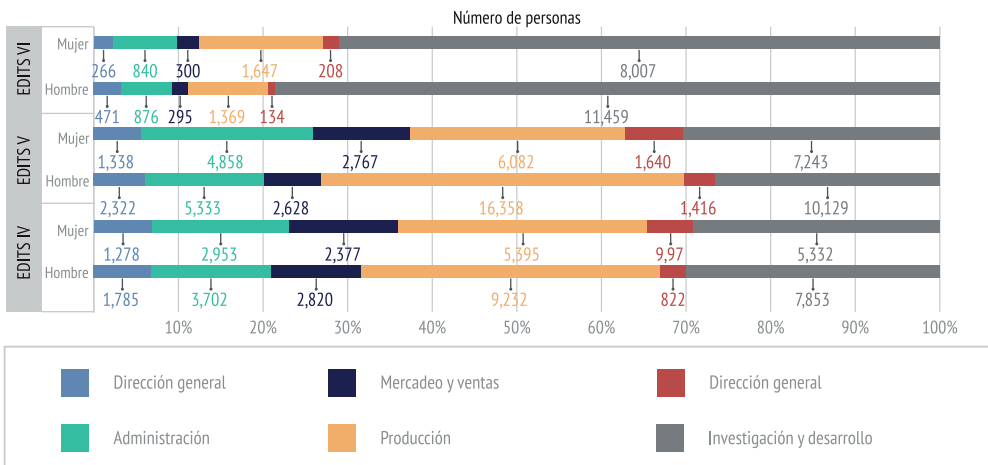
“En el sector servicios, la diferencia entre hombres y mujeres ocupados en actividades conducentes a la innovación fue significativa: las mujeres representaron en promedio el 40% del personal total ocupado, y para la EDITS VI (2016-2017) la mayoría de ellas (más del 70%) se dedicó a labores de I+D. Con respecto a los hombres, de 2012 a 2015 la mayoría se desempeñaba en las áreas de producción y administración, mientras que para la última encuesta (2017-2018) se modificó la participación: más del 76% estaban trabajando en el área de I+D.”

**Figura 6.8 Personal ocupado promedio que participó en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, según área funcional y sexo, sector manufactura.**



Fuente: DANE. VII, EDIT VIII, EDIT IX.

**Figura 6.9 Personal ocupado promedio que participó en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, según área funcional y sexo, sector servicios.**



Fuente: DANE. EDITS IV, EDITS V, EDITS VI.

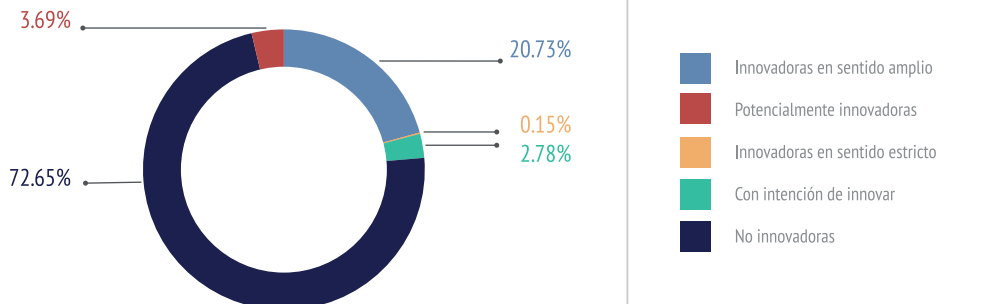


Otro aspecto importante que puede analizarse a partir de las encuestas son los resultados obtenidos por las empresas en términos de innovación. Para la última encuesta del sector manufacturero (2017-2018), se observa la tendencia permanente de un porcentaje elevado de empresas no innovadoras, las cuales representaron el 72.6% de las 7,529 empresas que respondieron esta encuesta. Contrariamente, el menor porcentaje lo tuvieron las empresas innovadoras, con solo 11 empresas disruptivas (0.15%). Las empresas innovadoras en sentido amplio, es decir, las que introdujeron un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado representaron el 20.73%. Sin embargo, debe reconocerse que existe también un conjunto pequeño de empresas (3.7%) que intentaron realizar algún esfuerzo para innovar.

En el sector servicios, de las 7,529 empresas que respondieron la última encuesta EDITS VI (2016-2017), la mayor proporción (75%) fueron no innovadoras; en segundo lugar se encuentran las que introdujeron algún tipo de innovación a nivel de empresa o a nivel nacional (18.9%); en el tercer puesto están las potencialmente innovadoras y las que tuvieron la intención de innovar, con una participación del 3% cada una; finalmente, tan solo 16 empresas introdujeron algún tipo de innovación a nivel internacional (innovadoras en sentido estricto).

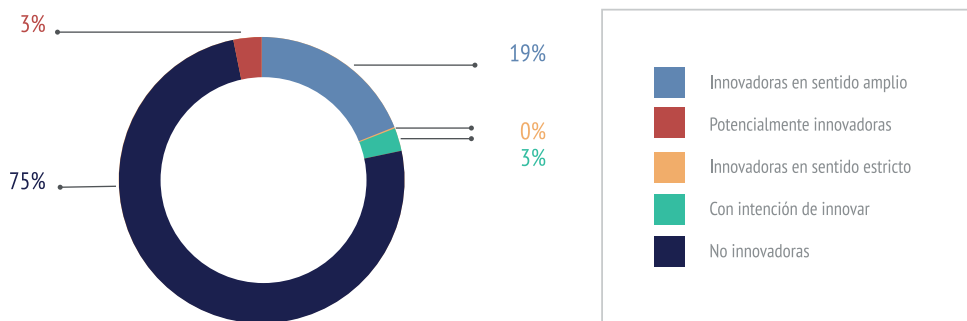
“En cuanto a las ventas de productos innovadores en el sector manufacturero, durante el periodo 2015-2018 estas pasaron de representar el 1.57% al 0.79% del total de las ventas nacionales.”

Figura 6.10 Porcentaje de empresas que innovaron, según grado de innovación, en el sector manufactura, 2017-2018 (EDIT IX).



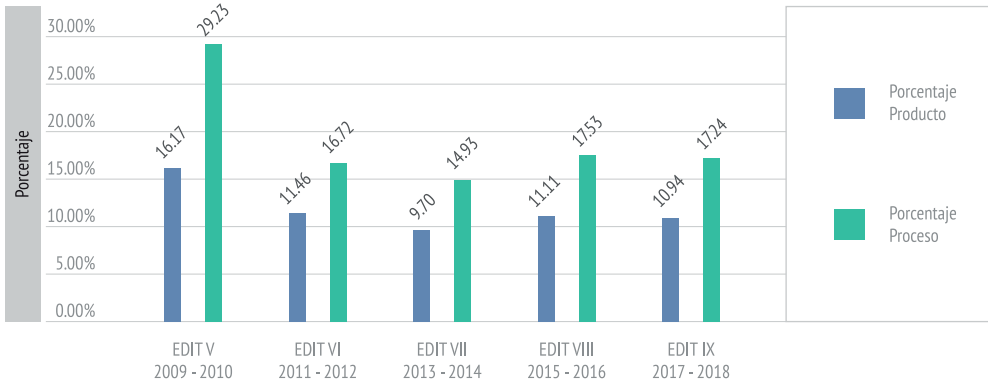
Fuente: DANE, EDIT IX.

Figura 6.11 Porcentaje de empresas que innovaron, según grado de innovación, en el sector servicios, 2016-2017 (EDITS VI).



Fuente: DANE, EDITS VI.

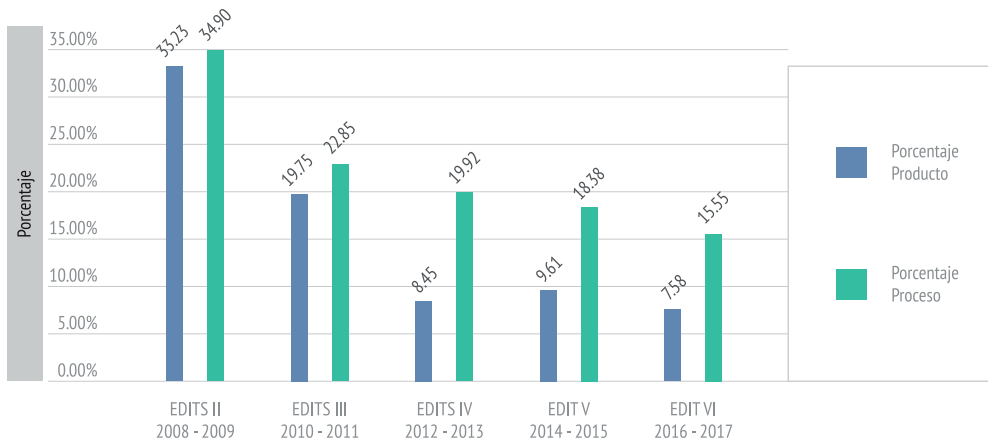
**Figura 6.12** Porcentaje de empresas que innovaron, según tipo de innovación, sector manufactura.



**Fuente:** DANE, EDIT V, EDIT VI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX.

**Nota:** La clasificación de Innovación en proceso incluye las innovaciones en métodos de producción, distribución, entrega, o sistemas logísticos en su empresa, nuevos métodos organizativos y en técnicas de comercialización.

**Figura 6.13** Porcentaje de empresas que innovaron, según tipo de innovación, sector servicios



**Fuente:** DANE, EDITS II, EDITS III, EDITS IV, EDITS V, EDITS VI.

**Nota:** La clasificación de Innovación en proceso incluye las innovaciones en métodos de producción, distribución, entrega, o sistemas logísticos en su empresa, nuevos métodos organizativos y en técnicas de comercialización.

En cuanto a las ventas de productos innovadores en el sector manufacturero, durante el periodo 2015-2018 estas pasaron de representar el 1.57% al 0.79% del total de las ventas nacionales. Por su parte, las exportaciones de bienes o servicios nuevos o mejorados reflejaron mejores resultados, pues representaron el 2.36% de las exportaciones para el periodo 2015-2016, aunque su participación disminuyó al 1.15% entre 2017 y 2018. Tanto en las ventas nacionales como en las exportaciones, la mayor proporción correspondió a bienes o servicios nuevos o mejorados para la empresa.

En el sector servicios se dio un comportamiento similar al del sector manufactura, con un comportamiento decreciente en cuanto a la venta de los productos innovadores respecto al total de las ventas nacionales. Los resultados de las encuestas muestran que en las exportaciones las ventas de bienes y servicios nuevos o significativamente mejorados representan un porcentaje superior al registrado en este mismo rubro en las ventas nacionales. Entre 2014 y 2015, el 0.99% de las ventas nacionales y el 1.44% de las exportaciones correspondieron a ventas por bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados. En el periodo 2016-2017, estas proporciones disminuyeron significativamente, pues en las ventas nacionales tan solo el 0.48% de las ventas correspondieron a los productos con algún grado de innovación, y en las exportaciones representaron el 0.66%.

**Tabla 6.3** Porcentaje de las ventas nacionales y exportaciones asociadas a los productos nuevos o mejorados, sector manufactura.



Alcance		EDIT VIII 2015-2016	EDIT IX 2017-2018
% Ventas Nacionales	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados para la empresa	1.35%	0.74%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado nacional	0.20%	0.05%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado internacional	0.02%	0.01%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados sin cambios	98.43%	99.21%
% Exportaciones	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados para la empresa	1.83%	0.96%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado nacional	0.42%	0.13%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado internacional	0.11%	0.06%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados sin cambios	97.64%	98.85%

Fuente: DANE. EDIT IX, VIII.

**Tabla 6.4** Porcentaje de las ventas nacionales y exportaciones asociadas a los productos nuevos o mejorados, sector servicios



Alcance		EDITS V 2014-2015	EDITS VI 2016-2017
% Ventas Nacionales	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados para la empresa	0.90%	0.44%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado nacional	0.07%	0.04%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado internacional	0.01%	0.00%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados sin cambios	99.01%	99.52%
% Exportaciones	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados para la empresa	1.04%	0.54%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado nacional	0.26%	0.08%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados en el mercado internacional	0.14%	0.04%
	Bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados sin cambios	98.57%	99.34%

Fuente: DANE. EDITS V, VI

En general, la información recolectada en las encuestas de desarrollo e innovación tecnológica del sector de manufactura y servicios mostraron tendencias similares. Los datos recabados con las encuestas permiten evidenciar las acciones que las empresas han adelantado con el fin de innovar y los resultados que han obtenido. A continuación se listan los principales hallazgos:

- La proporción de empresas que invierte en actividades de I+D se mantiene alrededor del 36% del total, mientras que aproximadamente un 54% de ellas invierte en otros tipos de actividades conducentes a la innovación. Para todos los tipos de actividades la inversión ha disminuido en los años recientes, en mayor medida en las actividades diferentes a la I+D y para las empresas del sector servicios.
- Tanto en el sector de manufactura como en el de servicios, los recursos propios de las empresas continúan siendo la principal fuente de financiamiento de la innovación, seguidos por los recursos de la banca privada. Adicionalmente, en el sector de servicios hubo una participación importante de los recursos públicos, así como de los de cooperación y donaciones.
- Las empresas han incrementado la vinculación de personas con formación de alto nivel (doctorado, maestría y especialización) a sus actividades de innovación. En general, la mayor parte del personal dedicado a este tipo de actividades se ubica en Bogotá, Antioquia, Valle, Cundinamarca, Atlántico y Santander.
- Respecto a la brecha de género, en las actividades conducentes a la innovación la proporción de hombres supera a la de mujeres en ambos sectores. Sin embargo, la diferencia fue mayor en el sector servicios.

- La mayoría de las empresas encuestadas no ha obtenido resultados innovadores en los últimos años; menos del 1% de las empresas obtuvo innovaciones a nivel internacional y aproximadamente un 20% a nivel nacional. La disminución en las innovaciones se refleja también en el porcentaje que estas representan dentro de las ventas totales de las empresas, tanto en el mercado nacional como en el internacional.





## Nota metodológica

Las encuestas realizadas a empresas del sector de manufactura no son comparables directamente porque se han realizado distintos ajustes metodológicos entre una versión y otra. En el año 2009, el diseño conceptual y las especificaciones metodológicas de la encuesta pasaron por un proceso de revisión y mejora que condujo a las modificaciones aplicadas a las versiones IV (2007- 2008) y V (2009-2010). A finales de 2012, se hicieron revisiones del formulario para el operativo de recolección que se aplicaron a las EDIT VI (2011-2012), VII (2013-2014) y VIII (2015-2016). En la versión más reciente, EDIT IX (2017-2018), se incluye un nuevo capítulo relacionado con gestión empresarial, además de los cambios realizados en los directorios, los cuales incorporan nuevas empresas según los criterios de inclusión definidos (DANE, 2019).

En el caso de las encuestas del sector servicios, en el año 2009 se realizaron cambios en el diseño conceptual y las especificaciones metodológicas de la encuesta, los cuales fueron incorporados a las versiones II (2008-2009), III (2010-2011), IV (2012-2013) y V (2014-2015) de la EDITS. Además, debido a las mejoras continuas en la cobertura de la encuesta, a los cambios en los directorios y a las empresas nuevas o que cumplen con los parámetros de inclusión definidos, la información de la EDITS VI no es directamente comparable con la publicada en la EDITS V (2014-2015) (DANE, 2018).



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

*<https://innovacionlibro2019.ocyt.org.co/>*

o escaneando el código QR con tu celular.

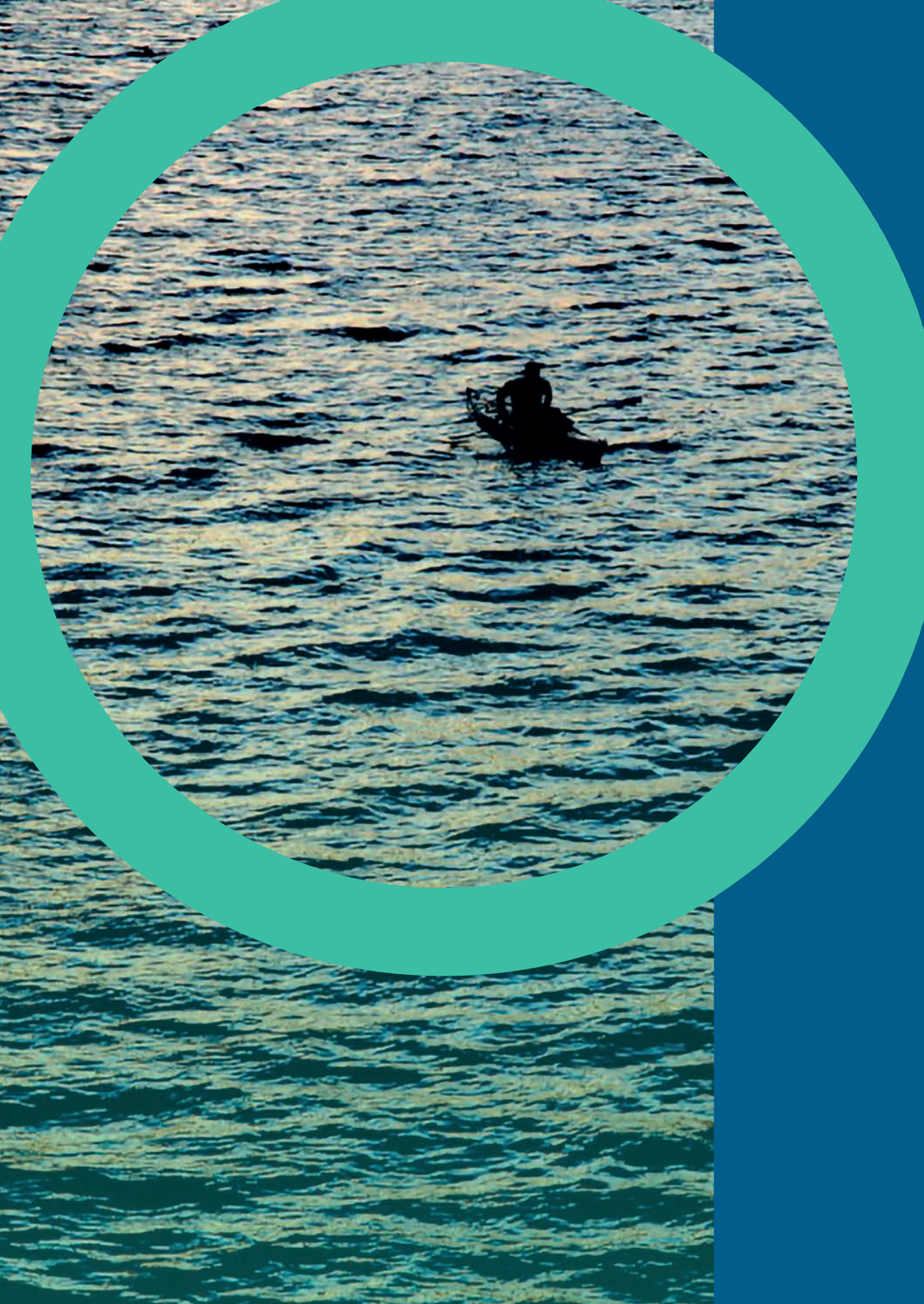
## Referencias

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). (2018) *Boletín técnico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en los sectores Servicios y Comercio (EDITS) 2016 – 2017*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019). *Boletín Técnico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Sector Industria Manufacturera 2017-2018*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>

OECD. (2018). *Oslo Manual 2018. Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. Recuperado de: <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>

OECD-Eurostat. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Recuperado de: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual\\_9789264013100-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual_9789264013100-en)



# Capítulo

# 7



## Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación



Diana Marcela Caho Rodríguez



Felipe Rocha Gutiérrez

“Uno de los indicadores reportados para esta versión de la publicación anual del OCyT está vinculado con los proyectos financiados a través del Sistema General de Regalías que tienen como enfoque la ASCTel.”

Diferentes países de la región se han interesado por desarrollar acciones encaminadas a impulsar actividades que fomenten la Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación y que contribuyan a un acercamiento entre el conocimiento científico tecnológico y la sociedad en general.

En el año 2005 se presentó en Colombia la primera propuesta de Política de Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación (ASCTel), la cual, a pesar de no haber sido publicada oficialmente en calidad de política pública<sup>1</sup>, orientó varios aspectos relacionados con la ASCTel en términos de conceptualizaciones que tuvieron impacto en iniciativas oficiales públicas y privadas. Cinco años después, en el 2010, Colciencias publicó la Estrategia Nacional de Apropiación de la Ciencia y la Tecnología (ENASTI), documento que ha marcado una hoja de ruta en esta materia y que no solo ha servido para orientar acciones e inversiones de recursos públicos, sino que también ha influenciado acciones concretas en los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTel).

En lo que se refiere a la implementación de programas e instrumentos y al desarrollo de ejercicios reflexivos, los avances en el país han sido significativos; sin embargo, aunque el país es pionero y referente en la región, aún está pendiente el diseño de sistemas que permitan estandarizar o estabilizar las formas de medición para estas acciones. No se

---

<sup>1</sup> Esto es, con una numeración propia del Departamento Nacional de Planeación, con la que cuentan todas las políticas públicas en el país.



trata de una tarea fácil, pues las mediciones deben realizarse sobre procesos y productos que no solo son novedosos, sino también experimentales.

Actualmente, Colciencias, la entidad que coordina el SNCTel, cuenta con procesos de medición registrados mediante la Plataforma SCienTi, la cual es un sistema de gestión de información que permite hacer seguimiento a la producción científica nacional y que abarca una amplia diversidad de productos. Tomando en consideración la naturaleza de lo que hoy es reportado a través de esta plataforma, podría señalarse que una parte de esa producción tiene como objetivo favorecer procesos de fortalecimiento de la Cultura CTel y, aunque no en la misma medida, a dar cuenta de actividades y procesos de ASCTel.

El propósito de este capítulo es analizar una serie de prácticas, actores y procesos que resultan cercanos a la noción de Cultura CTel, dada la naturaleza de lo que se está reportando al día de hoy en SCienTi.

Por cultura científica se comprende una serie de acciones tendientes al “[...] aumento del nivel de conocimiento sobre ciencia y tecnología; despertar el interés por los temas científico-tecnológicos; [la] generación de actitudes y disposiciones favorables; promoción de vocaciones científicas entre las nuevas generaciones, etc.” (Polino & Cortassa, 2015, p.22).

Los indicadores reportados están clasificados dentro del amplio espectro de actividades, procesos y productos tendientes al fomento de Cultura CTel. Este último es un término que además ha tenido una importante presencia discursiva en políticas públicas y documentos normativos de CTel en América Latina, y que ha estado asociado en los últimos años a pautas y orientaciones suministradas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Godin & Gingras, 2000; Unesco, 2016).

Pese al protagonismo que en el país ha tomado la ASCTel, la noción de Cultura CTel está presente en documentos normativos (Ley 1286), de política pública en CTel (Conpes 3582) y en la Política de Actores del



Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (1602). La presencia de este término se encuentra asociada a un resultado, producto final o efecto derivado de una serie de acciones conexas a la participación pública y los procesos de democratización de la CTel en el país.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta propuesta de clasificación de indicadores se realiza a partir de la revisión de documentos técnicos publicados y de proyectos de investigación desarrollados por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT, 2016). Los comportamientos de algunas de las cifras vinculadas a cada indicador se explicarán tomando como referencia información de carácter público.

Para el presente capítulo se proponen las siguientes dimensiones: i) Caracterización, ii) Apropiación social de la ciencia y la tecnología, iii) Comunicación de la ciencia y iv) Formación de vocaciones científicas integradas al concepto de Cultura en CTel. A continuación, se explicará el alcance de las dimensiones propuestas para este capítulo y los indicadores que las integran. También es pertinente mencionar que la información presentada no incluye las múltiples iniciativas que en el país se realizan relacionadas con la ASCTel, la Comunicación de la Ciencia y los procesos de Vocaciones Científicas, pues el análisis y los indicadores reportados se circunscriben a las tres fuentes consultadas<sup>2</sup>. Finalmente, se presentan unas breves descripciones correspondientes a las tablas que soportan los cálculos.

**1. Dimensión de caracterización:** Es la más amplia de todas y da cuenta de la generación o existencia de espacios físicos, instituciones, recursos humanos y económicos, proyectos y fuentes de financiación. En este sentido, como una aproximación y de acuerdo a la información disponible en la fuente consultada, se reportan las instituciones que de manera indirecta contribuyen al fomento de la Cultura CTel a través del desarrollo de actividades.

---

<sup>2</sup> Ver la nota metodológica de este capítulo.

De acuerdo al carácter de las instituciones, entre el 2009 y el 2018 la categoría reportada en mayor número es la de Instituciones de Educación Superior (IES) de carácter público y privado. Aquí debe tomarse en consideración que la mayor cantidad de instituciones fue reportada en el año 2013, con 689 IES privadas y 652 IES públicas que adelantan actividades de fomento. Las cifras asociadas a estos dos tipos de instituciones resultan ser mucho mayores que las de los centros de investigación y desarrollo tecnológico, entidades gubernamentales, hospitales y clínicas, y ONG. Las instituciones que menos reportaron este tipo de actividades fueron las empresas, las organizaciones de carácter internacional y las entidades educativas que no son clasificadas como de educación superior.

**Tabla 7.1** Número de instituciones que desarrollan actividades que fomentan la cultura CTel, según carácter, 2009-2018



Carácter de la institución	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	44	49	49	45	54	57	50	10	-	-
Empresas	17	18	22	14	33	30	49	8	-	-
Entidades Gubernamentales	108	127	135	103	192	211	217	89	-	-
Hospitales y Clínicas	67	75	94	90	143	145	177	13	-	-
IES privadas	236	296	237	251	689	529	401	111	28	-
IES públicas	317	324	298	246	652	595	524	137	1	-
Internacional	14	26	23	15	23	21	20	-	-	-
IPSFL al servicio de las empresas	28	44	33	45	44	54	38	1	-	-
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	71	85	76	60	127	107	105	109	-	-
Otras entidades de educación	9	7	7	10	11	16	6	-	-	-
Sin Clasificar	347	389	449	335	901	799	583	115	2	1
<b>Total</b>	<b>1258</b>	<b>1440</b>	<b>1423</b>	<b>1214</b>	<b>2869</b>	<b>2564</b>	<b>2170</b>	<b>593</b>	<b>31</b>	<b>1</b>

**Nota:** Las instituciones que avalan diferentes tipos de eventos son contadas por separado.

El cálculo se realiza a partir de la información enviada por fuente.

La clasificación de carácter de la institución la realiza el OCyT, por lo tanto existe la posibilidad de que otras clasificaciones queden por fuera del conteo.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por las actualizaciones o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

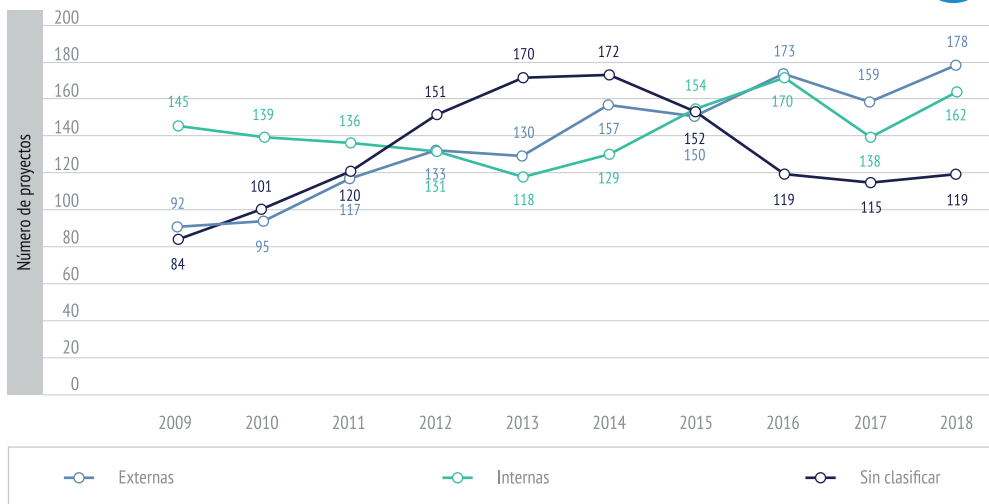
**Fuente:** Plataforma ScienTI Colciencias - Aplicativos CvLAC-InstituLAC

**Cálculos:** OCyT

Con relación a los proyectos de CTel que contribuyen al fortalecimiento de la cultura CTel por fuente de financiación en el periodo 2009-2018, se aprecia en la figura 7.1 un crecimiento sostenido de las fuentes externas e internas, así como de las no clasificadas. Entre los años 2017 y 2018 se observa un aumento de la financiación por fuentes externas e internas de un 11% y 15%, respectivamente. Para las fuentes no clasificadas hubo una variación de 3%.

Respecto al crecimiento promedio anual, en la ventana de observación se encuentra que para las fuentes externas hubo un crecimiento del 8%, para las fuentes internas del 1% y para las fuentes no clasificadas del 4%. Esto parece revelar que no solo se aprecia una presencia discursiva de la cultura CTel en los documentos normativos y de política pública en CTel, sino también una creciente proliferación de actividades asociadas a proyectos y destinación de recursos de esta naturaleza.

Figura 7.1 Número de proyectos de CTel por fuente de financiación, 2009-2018



**Nota:** Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información.

**Fuente:** Plataforma ScienTI Colciencias - Aplicativos CvLAC-InstituLAC.

**Cálculos:** OCyT.

Uno de los indicadores reportados para esta versión de la publicación anual del OCyT está vinculado con los proyectos financiados a través del Sistema General de Regalías que tienen como enfoque la ASCTel. Los departamentos que más relacionan proyectos entre el 2012 y el 2018 son el Tolima, con un total de cinco (5), seguido de Huila con cuatro (4), y de Arauca, Atlántico, Caldas, Caquetá, Cauca, Santander, Sucre y Valle del Cauca, con tres (3) proyectos financiados cada uno.

Llama la atención que en todos los departamentos se reporta al menos un (1) proyecto con enfoque en ASCTel. El total de proyectos financiados en el país es de sesenta y uno (61). Los proyectos en los departamentos mencionados han tenido múltiples orientaciones temáticas: fomento de vocaciones científicas; implementación del Programa Ondas de Colciencias; actividades de tipo participativo con comunidades educativas locales; implementación de estrategias pedagógicas que involucran TIC; procesos de fortalecimiento y transferencia tecnológica para asociaciones y gremios de pequeños y medianos productores (usualmente orientados a mejoramiento productivo) que incluyen actividades de intercambio de conocimientos; y, finalmente, actividades de financiación para el fortalecimiento de Centros de Ciencia, entendidos estos últimos como espacios en los que se facilitan de manera intencionada procesos orientados al fomento de la ASCTel de acuerdo al departamento y a la tipología realizada por Colciencias (2015).

**Tabla 7.2** Número de proyectos del Sistema General de Regalías que tienen como enfoque la Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2012-2018



Departamento	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Amazonas	-	-	1	-	-	-	-
Antioquia	-	-	-	1	-	-	-
Arauca	-	1	1	-	-	-	1
Atlántico	1	-	-	-	1	1	-
Bogotá D.C.	-	1	-	-	-	1	-
Bolívar	-	-	1	-	-	-	-
Boyacá	-	-	-	-	-	-	1
Caldas	1	-	-	-	-	1	1
Caquetá	1	1	-	-	-	-	1
Casanare	-	1	-	-	-	-	-
Cauca	1	1	-	1	-	-	-
Chocó	1	-	-	-	-	-	-
Córdoba	1	1	-	-	-	-	-
Cundinamarca	-	-	-	-	-	-	1
Guainía	-	-	-	1	-	-	-
Guaviare	-	-	1	-	-	-	-
Huila	1	1	-	-	-	-	2
La Guajira	1	1	-	-	-	-	-
Magdalena	-	-	-	1	-	-	-
Meta	-	1	1	-	-	-	-
Nariño	-	1	-	-	-	1	-
Norte de Santander	-	1	-	-	-	-	-
Putumayo	-	1	-	-	-	1	-
Quindío	-	1	-	-	-	-	-
Risaralda	-	1	-	-	-	-	1
Santander	1	1	1	-	-	-	-
Sucre	1	1	-	-	-	1	-
Tolima	2	2	-	-	-	-	1
Valle del Cauca	-	1	-	-	-	2	-
Vaupés	-	1	-	-	-	-	-
Vichada	-	1	-	-	-	-	-
<b>Total general</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

**Nota:** La ventana de observación se define según la información reportada por la fuente.

La clasificación de ASCTI es realizada por el DNP.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

**Fuente:** Sistema General de Regalías.

**Cálculos:** OCyT.

Ahora bien, en lo que concierne al monto de financiación del SGR para proyectos con enfoque de ASCTel, se observa que en el rango de financiación de menos de tres mil millones (\$3.000.000.000) de pesos se concentra la mayor cantidad de proyectos: 16 en total. En el rango más alto, que supera los veintisiete mil millones de pesos (\$27.000.000.000 COP), se cuenta un total de tres (3) proyectos, de los cuales dos (2) se financiaron en 2013 y uno (1) en 2015. En total se invirtió un aproximado (teniendo en cuenta las cofinanciaciones) de \$676.867.092.891 entre los años 2012 y 2018.

Tabla 7.3 Monto de financiación del SGR para proyectos con enfoque de ASCTel



Monto de financiación (en millones de pesos)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Menor a 3.000	5	6	-	-	1	1	3	16
Entre 3.001 y 6.000	4	1	1	1	-	4	4	15
Entre 6.001 y 9.000	1	4	1	-	-	-	1	7
Entre 9.001 y 13.000	1	3	2	-	-	2	1	9
Entre 13.001 y 16.000	-	-	1	-	-	-	-	1
Entre 16.001 y 19.000	-	1	1	2	-	1	-	5
Entre 19.001 y 23.000	1	4	-	-	-	-	-	5
Mayor a 23.001	-	2	-	1	-	-	-	3
<b>Total general</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>61</b>

**Nota:** Los montos de financiación fueron definidos para este capítulo, de acuerdo a lo reportado por la fuente.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

**Fuente:** Sistema General de Regalías.

**Cálculos:** OCyT.

- 2. Dimensión de Apropiación Social de CTel:** En esta dimensión se encuentran los indicadores relacionados con participación ciudadana en: proyectos de CTel; proyectos de extensión y responsabilidad social en CTel que favorecen el relacionamiento entre universidades, Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico, y comunidades; y proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (ID+I) que involucran procesos de formación de nuevos investigadores y

de intercambio de profesionales entre universidad, empresa y estado. De igual manera, por sus objetivos misionales, también están incluidos los Centros de Ciencia.

Respecto a los proyectos de CTel que fomentan la Cultura Científica, según tipología, se encuentra que entre los años 2009 y 2018 los proyectos con mayor crecimiento son los de participación ciudadana, con un 15%; seguidos de los proyectos de extensión, con un 4%; y de los proyectos de ID+I con formación, los cuales tuvieron un crecimiento sostenido del 1%. Entre 2017 y 2018, los proyectos de extensión experimentaron un crecimiento del 37% y los de participación ciudadana del 18%. Por el contrario, en los de ID+I se observó un decrecimiento del 1%.

Durante el mismo periodo, 2017-2018, se evidencia un crecimiento mayor al del resto de la serie en las actividades de involucramiento entre Universidades y Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico con las comunidades, lo que da cuenta de la relevancia que estas han tomado en los últimos años. Las actividades de extensión, para el caso de las universidades, toman presencia como una de sus funciones misionales, lo que muy probablemente siga derivando en un crecimiento sostenido de este tipo de producción.

**Tabla 7.4** Número de proyectos de CTel que fomentan la Cultura Científica, según tipología, 2009-2018



Tipología	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Participación ciudadana en proyectos de CTI	23	40	44	50	61	52	56	67	66	78
Proyecto de extensión	85	77	87	91	84	102	98	120	90	123
Proyecto ID+I con formación	81	83	82	85	82	85	92	86	87	86
<b>Total</b>	<b>189</b>	<b>200</b>	<b>213</b>	<b>226</b>	<b>227</b>	<b>239</b>	<b>246</b>	<b>273</b>	<b>243</b>	<b>287</b>

**Nota:** Un proyecto puede tener una o más tipologías en ese caso se cuentan por separado.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información.

**Fuente:** Colciencias Plataforma ScienTI Aplicativos CvLAC-InstituLAC.

**Cálculos:** OCyT.

En el indicador Centros de Ciencia reconocidos en 2018, según tipo de centro de acuerdo a la tipología propuesta por Colciencias para el reconocimiento de actores, se encuentra que se han reconocido tres (3) espacios mixtos y tres (3) espacios para las ciencias exactas, físicas y sociales, mientras que no se reportan espacios de participación ciudadana para la CTel.

Respecto al número de Centros de Ciencia avalados por departamento, se encuentra que solo tres (3) departamentos desarrollan procesos relacionados con el fortalecimiento, siendo el departamento de Antioquia el que más centros reporta, con cuatro (4) de ellos. Si bien en lo que concierne a espacios de participación ciudadana no se encuentran reportes de ningún centro de este tipo, en el indicador anterior sí puede apreciarse que los aspectos de participación ciudadana en CTel se encuentran presentes bajo la figura de proyectos y muestran un crecimiento sostenido.

En este sentido, valdría la pena generar estrategias para vincular los Centros de Ciencia, que podrían funcionar como espacios de construcción ciudadana de CTel, con los proyectos que cumplen con este mismo propósito, tomando en consideración el crecimiento sostenido de los segundos.

Tabla 7.5 Centros de ciencia reconocidos, según tipo de centro, 2018



Tipología	Número de centros reconocidos
Bioespacios	2
Espacios para las ciencias exactas, físicas, sociales y la tecnología	3
Espacios de construcción ciudadana de CTel	0
Espacios mixtos	3
<b>Total</b>	<b>8</b>

**Nota:** La información que se presenta es la reportada por la fuente desde el año 2018. Para conocer más sobre la tipología ir a: [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor\\_files/brochure-centrosdeciencia.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/brochure-centrosdeciencia.pdf)

**Fuente:** Colciencias. Grupo de Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Dirección de Mentalidad y Cultura.

**Cálculos:** OCyT.





Tabla 7.6 Centros de investigación avalados según entidad territorial, 2018

Entidad territorial	Número de centros reconocidos	Centro de ciencia
Antioquia	4	Jardín Botánico de Medellín
		Corporación Parque Explora (Medellín)
		Museo de Ciencias Naturales de La Salle (Medellín)
		Museo de Geociencias de la Facultad de Minas. Universidad Nacional (Medellín)
Bogotá D.C.	2	Planetario de Bogotá
		Corporación Maloka de Ciencia, Tecnología e Innovación
Risaralda	1	Parque temático de flora y fauna- Ukumari (Pereira)
Valle del Cauca	1	Museo Departamental De Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann Valencia – INCIVA (Cali)

**Nota:** Los cálculos se realizan según lo reportado por la fuente a la fecha de consulta.

**Fuente:** Colciencias. Grupo de Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Dirección de Mentalidad y Cultura

**Cálculos:** OCyT

- 3. Dimensión de Comunicación de la Ciencia con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad:** Esta dimensión contiene productos desarrollados por los grupos de investigación relacionados con la divulgación, popularización y comunicación pública de ciencia, así como la generación de contenido impreso, multimedia y virtual, boletines divulgativos y libros de carácter divulgativo que fomentan la cultura CTel. Para esta clasificación se seleccionaron los productos que favorecen procesos de cultura CTel.

En este sentido, pueden apreciarse algunos productos reportados que han mostrado un crecimiento significativo, como el boletín divulgativo resultado de investigación, los capítulos de libro y la generación de contenidos bajo el formato impreso, de audio, multimedia y virtual. El crecimiento es importante en los productos mencionados, el cual puede estar vinculado a la facilidad y rapidez en sus condiciones de producción académica y a las ponderaciones que estos han venido ganando en los modelos de medición de grupos de investigación.

Los productos en las categorías de estrategias de comunicación del conocimiento y estrategias pedagógicas para el fomento de la CTel presentan un crecimiento más moderado entre 2009 y 2018, con un 12% y un 19%, respectivamente. Cabe destacar que las tasas de variación más moderadas están asociadas a productos cuyas condiciones y ritmos de producción son menos aceleradas, pues son el resultado de la participación de múltiples actores en procesos más complejos y de mediano plazo.

El crecimiento más importante entre los años 2017 y 2018 corresponde al producto capítulo de libro, con un 36%. No son evidentes las razones de este crecimiento para el último año, pues la ponderación asociada a este tipo de producto no tuvo modificaciones —o incrementos en su peso bibliométrico— para la más reciente versión del modelo.

“En el indicador **Centros de Ciencia reconocidos en 2018, según tipo de centro de acuerdo a la tipología propuesta por Colciencias para el reconocimiento de actores, se encuentra que se han reconocido tres (3) espacios mixtos y tres (3) espacios para las ciencias exactas, físicas y sociales, mientras que no se reportan espacios de participación ciudadana para la CTel.**”

**Tabla 7.7** Número de productos resultantes de actividades de comunicación de CTel que fomentan la cultura, 2009-2018



Tipología	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Asesoría al programa ONDAS- APO	-	-	-	-	167	120	118	116	161	75
Boletín divulgativo de resultado de investigación	1	58	50	430	562	756	825	1,020	955	962
Capítulos de libro	27	944	855	3,225	3,713	4,661	5,731	6,627	7,021	11,004
Estrategias de comunicación del conocimiento -PCC	36	42	40	56	85	98	75	82	75	96
Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTel -EPA	44	53	51	61	69	137	146	149	138	212
Generación de contenido de audio	NA	8	4	42	93	89	128	248	737	807
Generación de contenido impresa	32	454	297	959	870	970	911	1,030	811	857
Generación de contenido multimedia	24	503	424	1,541	1,871	3,077	3,886	5,925	5,022	6,564
Generación de contenido virtual	28	351	268	1,385	2,212	2,803	3,157	4,056	3,736	4,227
Libros	138	2,394	1,738	4,679	3,983	4,108	4,509	4,338	4,375	5,260
<b>Total</b>	<b>330</b>	<b>4,807</b>	<b>3,727</b>	<b>12,378</b>	<b>13,625</b>	<b>16,819</b>	<b>19,486</b>	<b>23,591</b>	<b>23,031</b>	<b>30,064</b>

**Nota:** Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

**Fuente:** Plataforma ScienTi Colciencias - Aplicativos CvLAC-InstituLAC.

**Cálculos:** OCyT.

**4. Dimensión vocaciones en Ciencia, Tecnología e Innovación:** Se recuperan indicadores que hacen seguimiento a una de las iniciativas implementadas a nivel nacional que tiene como finalidad promover las vocaciones científicas en niños, niñas y jóvenes. En este caso, y de acuerdo a la disponibilidad de información, se listan indicadores relacionados con el Programa Ondas (maestros, cobertura en niños y niñas, proyectos, grupos de investigación, asesorías por parte de investigadores vinculados a Plataforma ScienTi), según la implementación departamental.

Para el indicador “Número de niños, grupos, maestros e instituciones a nivel nacional que participan en el Programa Ondas, 2009-2018” se evidencia un decrecimiento generalizado por tipo de beneficiario; para los niños y niñas este es de un 8%, para los grupos de investigación de un 13%, para maestros de un 19% y para las instituciones que implementan esta iniciativa de un 13%. Sin embargo, se presentó un crecimiento significativo en el grupo de niños, niñas y jóvenes para los años 2010, 2015 y 2016.

**Tabla 7.8** Número de niños, grupos, maestros e instituciones a nivel nacional que participan en el Programa Ondas, 2009-2018



Beneficiario	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Niños, niñas y jóvenes	303,881	687,665	580,047	506,162	432,781	137,336	305,172	352,719	322,699	147,083
Grupos	6,999	15,587	5,677	6,061	5,928	4,145	544	11,078	8,411	1,942
Maestros	18,248	23,659	18,389	9,490	12,489	5,254	735	28,691	13,314	2,722
Instituciones	3,972	3,461	2,881	3,288	2,950	2,439	325	3,908	5,368	1,122

**Nota:** Los datos de la serie se actualizan de acuerdo al registro administrativo reportado por la Dirección de Mentalidad y Cultura de Colciencias.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información.

**Fuente:** Colciencias-Programa ONDAS.

**Cálculos:** OCyT.

Respecto a la desagregación departamental, se encuentra que para el año 2018 la participación de los niños, niñas y jóvenes aumentó de manera significativa en Bogotá DC. Contrariamente, en los departamentos de San Andrés, Sucre, Vaupés y Vichada no se observó un aumento de participantes en los años 2017 y 2018. Con relación al número de maestros que participan en el Programa Ondas, se encuentra que en 2018 el departamento del Cauca es el que más reporta (1,050) y que el departamento de Boyacá figura con la menor cantidad (9).

**Tabla 7.9** Número de niños, niñas y jóvenes que participan en el Programa Ondas según entidad territorial, 2009-2018



Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Amazonas	971	7,470	6,000	6,000	1,008	-	690	2,831	902	143
Antioquia	7,957	112,446	23,000	14,000	15,812	1,708	16,487	13,270	18,362	6,697
Arauca	7,001	6,118	23,000	15,000	22,889	6,000	16,098	1,450	-	24
Atlántico	3,672	21,817	22,600	26,500	25,381	17,030	38,521	37,500	79,711	32,546
Bogotá, D.C.	811	97,047	43,240	14,000	7,432	-	7,696	-	30,154	55,491
Bolívar	38,682	55,280	20,674	30,020	37,189	8,455	12,382	32,914	29,682	6,571
Boyacá	4,118	14,083	31,485	32,077	47,033	1,848	10,802	9,019	10,100	669
Caldas	5,075	20,244	23,000	17,393	6,147	8,853	10,050	10,372	25,923	1,267
Caquetá	3,521	33,540	19,139	10,528	17,614	4,528	13,664	12,509	14,085	3,595
Casanare	6,964	616	15,000	11,330	2,837	4,820	11,106	11,510	-	0
Cauca	9,002	12,980	-	22,931	7,123	2,340	4,500	11,423	12,427	11,288
Cesar	24,766	19,822	27,000	26,643	24,651	4,624	-	-	101	102
Chocó	5,900	5,640	27,055	14,000	14,000	4,000	10,043	8,677	10,080	1,590
Córdoba	12,917	52,306	-	22,000	24,000	1,720	5,675	54,899	32,002	160
Cundinamarca	3,898	2,906	32,994	14,000	7,432	5,123	21,418	380	912	631
Guainía	943	664	4,429	3,000	2,906	1,100	-	-	2,500	1,321
Guaviare	755	2,500	4,806	3,150	13,400	1,100	1,400	1,772	5,343	2,608
Huila	1,784	6,556	23,855	13,461	18,000	1,532	19,718	11,592	38,363	6,243
La Guajira	22,483	60,438	23,000	26,000	10,010	13,202	-	-	0	180
Magdalena	9,065	7,121	-	6,000	6,000	4,636	-	42,000	0	8
Meta	18,922	13,064	65,850	18,000	5,653	1,870	2,000	2,000	1,435	1,715
Nariño	5,789	7,828	-	18,000	14,000	2,599	13,376	14,665	1,526	3,459
Norte de Santander	31,866	18,181	16,338	15,243	15,968	5,867	15,000	17,758	20	307
Putumayo	10,930	3,479	-	6,258	3,872	4,694	4,000	4,179	1	33
Quindío	31,011	22,396	13,000	14,000	5,200	1,515	13,215	3,535	-	89
Risaralda	3,607	4,142	15,000	16,461	2,972	4,652	1,000	1,765	3,280	5,288
San Andrés	464	919	515	600	645	-	-	-	0	0
Santander	9,935	9,506	18,848	18,000	19,183	2,610	11,926	12,059	504	1,159
Sucre	1,726	31,380	16,117	20,000	20,980	10,881	18,247	17,391	0	0
Tolima	6,156	2,412	26,742	14,000	13,826	1,660	18,338	9,193	5,218	70
Valle del Cauca	7,337	23,806	30,360	28,000	16,763	2,611	5,820	4,356	68	3,829
Vaupés	3,393	2,517	2,000	4,667	1,207	1,798	2,000	3,700	0	0
Vichada	2,460	8,441	5,000	4,900	1,648	3,960	-	-	0	0
<b>Total</b>	<b>303,881</b>	<b>687,665</b>	<b>580,047</b>	<b>506,162</b>	<b>432,781</b>	<b>137,336</b>	<b>305,172</b>	<b>352,719</b>	<b>322,699</b>	<b>147,083</b>

**Nota:** Los datos de la serie se actualizan de acuerdo al registro administrativo reportado por la Dirección de Mentalidad y Cultura de Colciencias.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

**Fuente:** Colciencias-Programa ONDAS.

**Cálculos:** OCyT.

**Tabla 7.10** Número de maestros que participan en el Programa Ondas, según entidad territorial, 2009-2018



Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Amazonas	52	160	154	128	73	-	-	137	61	-
Antioquia	1,281	2,068	260	276	373	145	300	290	516	216
Arauca	278	557	216	500	502	170	-	525	-	-
Atlántico	457	602	394	340	317	230	-	720	1,564	519
Bogotá, D.C.	239	766	500	155	212	-	-	-	816	-
Bolívar	907	1,092	471	413	665	186	300	362	383	95
Boyacá	472	771	8,658	322	372	97	102	88	164	9
Caldas	435	838	246	403	330	233	-	711	1,815	42
Caquetá	531	558	185	208	241	80	-	650	768	-
Casanare	573	268	316	158	99	140	-	900	-	-
Cauca	495	821	289	394	205	129	-	798	554	1,050
Cesar	765	876	118	394	394	88	-	-	-	-
Chocó	584	433	410	236	3,000	59	-	925	1,225	78
Córdoba	662	1,769	-	296	425	86	-	13,482	2,049	-
Cundinamarca	852	684	500	155	293	367	-	-	-	13
Guainía	91	140	150	60	61	57	-	-	61	15
Guaviare	118	141	145	85	250	57	33	30	117	57
Huila	482	701	190	250	310	126	-	720	2,042	115
La Guajira	1,060	1492	292	1,110	895	1,030	-	-	-	-
Magdalena	623	734	200	128	128	118	-	1,300	-	-
Meta	760	673	2,000	350	274	104	-	69	67	-
Nariño	1,449	643	187	250	260	138	-	967	90	-
Norte de Santander	562	1,116	192	315	327	193	-	753	-	-
Putumayo	175	390	122	186	128	174	-	255	-	-
Quindío	611	585	96	250	250	154	-	405	-	-
Risaralda	506	690	22	301	398	170	-	120	172	154
San Andrés	116	160	27	43	43	-	-	-	-	-
Santander	758	958	60	306	306	38	-	2,311	-	45
Sucre	340	762	148	650	650	513	-	541	-	-
Tolima	354	773	1,370	210	299	110	-	1,020	850	-
Valle del Cauca	1,302	883	155	426	289	94	-	512	-	314
Vaupés	120	180	285	113	60	90	-	100	-	-
Vichada	238	375	31	79	60	78	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>18,248</b>	<b>23,659</b>	<b>18,389</b>	<b>9,490</b>	<b>12,489</b>	<b>5,254</b>	<b>735</b>	<b>28,691</b>	<b>13,314</b>	<b>2,722</b>

**Nota:** Los datos de la serie se actualizan de acuerdo al registro administrativo reportado por la Dirección de Mentalidad y Cultura de Colciencias.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior, por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

**Fuente:** Colciencias Programa ONDAS.

**Cálculos:** OCyT.

“Los productos en las categorías de estrategias de comunicación del conocimiento y estrategias pedagógicas para el fomento de la CTel presentan un crecimiento más moderado entre 2009 y 2018, con un 12% y un 19%, respectivamente.”

En cuanto al “Número de grupos investigación infantil beneficiarios del Programa Ondas, según entidad territorial”, se reporta en 2018 un total nacional de 1,942, siendo el departamento del Cauca el que cuenta con un mayor número de grupos (477). Finalmente, para el “Número de instituciones beneficiarias del Programa Ondas, según entidad territorial” se encuentra un total nacional de 1,122, siendo el departamento de Casanare el que reporta el mayor número de instituciones beneficiarias (335).

**Tabla 7.11** Número de grupos investigación infantil beneficiarios del Programa Ondas, según entidad territorial, 2009-2018



Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Amazonas	39	52	113	67	59	-	-	130	40	-
Antioquia	349	322	219	125	179	153	290	444	504	207
Arauca	354	315	330	163	268	60	-	228	-	-
Atlántico	120	169	181	242	242	192	-	350	790	362
Bogotá, D.C.	40	201	230	194	125	-	-	-	803	-
Bolívar	268	298	242	190	271	85	149	197	207	230
Boyacá	190	181	153	186	186	85	72	72	100	24
Caldas	119	148	163	238	238	193	-	454	1,364	29
Caquetá	264	130	295	127	164	52	-	389	678	-
Casanare	318	22	298	218	93	268	-	350	-	-
Cauca	96	118	157	182	36	78	-	300	669	477
Cesar	308	230	173	182	182	68	-	-	-	-
Chocó	115	188	193	125	125	40	-	600	600	79
Córdoba	241	400	-	148	147	86	-	1,827	954	-
Cundinamarca	173	334	474	194	152	189	-	-	-	12
Guainía	50	53	75	60	60	57	-	-	60	54
Guaviare	52	21	96	85	182	57	33	30	62	74
Huila	179	201	153	182	186	80	-	360	1,068	60
La Guajira	590	473	205	986	880	952	-	-	-	-
Magdalena	90	104	113	76	88	69	-	420	-	-
Meta	182	133	213	161	226	78	-	40	46	-
Nariño	174	102	-	158	125	85	-	600	38	-
Norte de Santander	105	188	117	252	285	195	-	800	-	-
Putumayo	78	82	53	138	161	103	-	200	-	-
Quindío	165	147	357	125	125	116	-	360	-	-
Risaralda	154	157	152	180	183	233	-	114	172	136
San Andrés	46	66	40	43	43	-	-	-	-	-
Santander	106	364	127	186	182	50	-	708	-	45
Sucre	93	198	148	325	325	267	-	541	-	-
Tolima	123	245	269	153	152	53	-	1,254	256	-
Valle del Cauca	144	165	236	213	138	51	-	210	-	153
Vaupés	32	141	33	78	60	90	-	100	-	-
Vichada	1,642	9,639	69	79	60	60	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>6,999</b>	<b>15,587</b>	<b>5,677</b>	<b>6,061</b>	<b>5,928</b>	<b>4,145</b>	<b>544</b>	<b>11,078</b>	<b>8,411</b>	<b>1,942</b>

**Nota:** Los datos de la serie se actualizan de acuerdo al registro administrativo reportado por la Dirección de Mentalidad y Cultura de Colciencias.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior, por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

**Fuente:** Colciencias-Programa ONDAS.

**Cálculos:** OCyT.



**Tabla 7.12** Número de instituciones beneficiarias del Programa Ondas, según entidad territorial, 2009-2018



Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Amazonas	19	24	25	25	17	-	-	26	13	-
Antioquia	200	162	105	105	145	97	142	133	310	139
Arauca	99	91	67	24	70	225	-	43	-	-
Atlántico	86	146	154	216	185	116	-	187	474	203
Bogotá, D.C.	40	132	170	94	69	-	-	-	322	-
Bolívar	200	121	182	150	150	86	127	95	139	33
Boyacá	190	156	236	170	185	43	45	50	80	6
Caldas	127	107	166	213	139	127	-	165	505	32
Caquetá	67	86	71	48	86	23	-	137	209	-
Casanare	109	25	63	30	12	52	-	92	-	-
Cauca	91	92	130	130	30	78	-	300	1286	335
Cesar	308	88	51	51	122	12	-	-	-	-
Chocó	118	79	191	191	50	31	-	107	107	26
Córdoba	150	129	-	154	90	40	-	360	30	-
Cundinamarca	108	103	77	95	91	119	-	-	66	1
Guainía	25	20	32	20	17	10	-	-	18	11
Guaviare	20	25	33	10	152	10	11	12	89	18
Huila	156	144	132	132	115	60	-	173	1253	32
La Guajira	629	463	115	205	104	183	-	-	-	-
Magdalena	110	80	69	69	69	55	-	320	-	-
Meta	117	187	145	145	190	141	-	25	22	-
Nariño	149	94	78	103	54	71	-	211	49	-
Norte de Santander	80	94	54	104	155	118	-	150	-	-
Putumayo	81	76	47	62	37	43	-	96	-	-
Quindío	121	102	52	52	52	81	-	55	-	-
Risaralda	164	100	124	124	67	271	-	57	158	129
San Andrés	25	21	13	13	12	-	-	-	-	-
Santander	64	138	13	60	63	22	-	387	28	30
Sucre	88	100	103	203	189	157	-	308	-	-
Tolima	95	71	86	116	68	53	-	190	190	-
Valle del Cauca	101	111	59	118	102	42	-	157	20	127
Vaupés	9	65	22	40	32	43	-	72	-	-
Vichada	26	29	16	16	31	30	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3,972</b>	<b>3,461</b>	<b>2,881</b>	<b>3,288</b>	<b>2,950</b>	<b>2,439</b>	<b>3,25</b>	<b>3,908</b>	<b>5,368</b>	<b>1,122</b>

**Nota:** Los datos de la serie se actualizan de acuerdo al registro administrativo reportado por la Dirección de Mentalidad y Cultura de Colciencias.

Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior, por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información. Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

**Fuente:** Colciencias-Programa ONDAS.

**Cálculos:** OCyT.

Los indicadores anteriormente reportados muestran un comportamiento que corresponde a una transformación en lo que se refiere al sistema de conteo por tipo de actor (niñas, niños, jóvenes, maestros e instituciones) y que es subsidiaria de dos factores: i) las estrategias de financiamiento del programa a través de los recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTel-SGR) y del Presupuesto General de la Nación (PGN) y ii) el cambio en la periodicidad en la captura de información relacionada con los beneficiarios<sup>3</sup>.

De acuerdo al análisis anterior, puede concluirse lo siguiente:

- En la dimensión de comunicación se encuentra una doble tendencia; por una parte, un crecimiento moderado para productos como estrategias de comunicación del conocimiento y estrategias pedagógicas para el fomento de CTel; y por otra, un crecimiento mucho más significativo en la ventana de observación para productos como boletín divulgativo resultado de investigación, capítulo de libro, generación de contenido audiovisual, de audio, impreso, multimedia y virtual. Esto puede explicarse por los ritmos de producción y las complejidades que entrañan los primeros, ya que implican la vinculación de múltiples actores al proceso.
- Con relación a los proyectos que son financiados por el Sistema General de Regalías, se aprecia una tendencia temática general hacia proyectos para el fomento de vocaciones científicas (Ondas). También se encuentran los orientados al fortalecimiento de procesos productivos en pequeños y medianos productores mediante procesos de fortalecimiento y transferencia tecnológica, en los que se incluyen actividades de diálogo o intercambio de conocimientos. Finalmente, se encuentra también la financiación de Centros de Ciencia.

---

<sup>3</sup> Información confirmada a través de una comunicación interna oficial entre Minciencias y el OCyT el día 22 de junio de 2020, en la que se reporta que gracias a una evaluación de impacto del Programa Ondas se reconsidera el tiempo mínimo de permanencia de niños, niñas y adolescentes certificados como beneficiarios del programa.

- Se aprecia un crecimiento importante en los proyectos de participación ciudadana, aun cuando no se reporta ningún espacio –Centro de Ciencia– destinado para este mismo propósito. En este sentido, valdría la pena que los proyectos que podrían ser financiados vía Sistema General de Regalías por los departamentos consideraran la destinación de espacios que favorezcan los procesos de participación ciudadana en materia de CTel.
- Es favorable diversificar las acciones de cultura científica que son financiadas desde el Sistema General de Regalías, pues existen otras alternativas que favorecen la participación de diversos actores y el intercambio de distintos tipos de conocimiento que podrán estar en sintonía con las iniciativas, intereses o problemáticas propias de cada departamento.
- El comportamiento asociado al programa Ondas, en el que se aprecia un decrecimiento en el número de beneficiarios –de acuerdo con cada tipología–, estaría vinculado a transformaciones relacionadas con su sistema de conteo de actores participantes y al cambio de fuentes de financiación. Se hace necesario normalizar o estandarizar tanto las fuentes, como las modalidades de conteo de las mediciones relacionadas con el programa Ondas, además de explicitar estos factores en documentos públicos como los boletines estadísticos que produce el ente rector del SNCTel.
- Resulta indispensable integrar a nuevas versiones del modelo de medición de grupos de investigación –y en consecuencia a los reportes que genera Plataforma ScienTI– opciones de medición (nuevas dimensiones o productos) para programas y actividades que se encuentran bajo el registro ASCTel y que están ya en funcionamiento, cuyo reconocimiento resultaría altamente valioso.



## Nota Metodológica

Los indicadores relacionados se construyen de acuerdo con los datos reportados por el Departamento de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), que en Colombia es el organismo responsable de coordinar el SNCTel y de movilizar programas nacionales en el fomento de la Cultura en CTel. Las fuentes de referencia son: i) los datos reportados por la Plataforma ScienTI, ii) datos reportados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Colciencias sobre el Sistema General de Regalías y iii) datos reportados sobre Centros de Ciencia por el mismo ONCyT. Los períodos de observación varían de acuerdo con la información entregada; se encuentran especificados en cada indicador.

Es importante mencionar que el seguimiento a estos indicadores no posibilita realizar análisis relacionados con mediaciones, comportamientos de la circulación y condiciones de producción, y que tampoco da cuenta de la diversidad de iniciativas que se están realizando a nivel nacional en cada dimensión, por lo cual se constituye como una invitación a sumar esfuerzos para diseñar e implementar un sistema de monitoreo en el área de la Cultura CTel.



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

<https://culturalibro2019.ocyt.org.co/>

o escaneando el código QR con tu celular.

## Referencias

Colciencias. (2005). *Política de la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Recuperado de: [http://190.242.114.60/colciencias-dev/sites/default/files/ckeditor\\_files/Politicaascyt.pdf](http://190.242.114.60/colciencias-dev/sites/default/files/ckeditor_files/Politicaascyt.pdf)

Colciencias (2010). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Recuperado de: <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/231>

Colciencias (2015). *Guía para la formulación de proyectos de Centros de Ciencia en Colombia*. Recuperado de: [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor\\_files/guia\\_formulacion\\_proyectos.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/guia_formulacion_proyectos.pdf)

Colciencias. (2016). *Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado de COLCIENCIAS: <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/politiciadeactores-snctei.pdf>

Colciencias (2018). *Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado de: <http://www.colciencias.gov.co/scienti>

Fernández Polcuch, E., Bello, A., & Massarani, L. (2016). *Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina*. Montevideo: LATU; UNESCO; RedPOP. Recuperado de: <http://www.redpop.org/wp-content/uploads/2015/06/Políticas-publicas-e-instrumentos-cultura-cientifica.pdf>

Godin, B., & Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9(1), 43–58. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>

Minciencias. (2020). *Comunicación oficial consulta información Programa Ondas*. Radicado No. 2020173024475.

OCyT - Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2016). *Batería de Indicadores sobre Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia*. [Documento interno de investigación con financiación de Colciencias]

Polino, C., & Cortassa, C. (2015). Discursos y prácticas de promoción de cultura científica en las políticas públicas de Iberoamérica. En *Horizontes y desafíos estratégicos para la ciencia en Iberoamérica* (pp. 151-168). Buenos Aires: Observatorio CTS-OEI







# Capítulo

# 8



## Avances en indicadores de Ciencia y Tecnología desde la perspectiva internacional



Juan Camilo Castellanos

“Un gobierno que destina un mayor porcentaje del PIB a la ciencia y tecnología evidencia la importancia de la innovación para el desarrollo y crecimiento económico de su país.”

Los indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación pueden ser referentes de medidas aproximadas de la eficiencia en una economía en términos de comercialización, desarrollo de nuevos productos y servicios. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), los gobiernos que focalizan sus instrumentos para fomentar la innovación en su país presentan economías más prósperas y competitivas que aquellos que no lo hacen. Es por esto que las actividades en ciencia y tecnología constituyen un aspecto fundamental en el crecimiento económico y el desarrollo social en la economía de un país.

La importancia de la comparación de los avances en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación a nivel internacional reside en que esta permite identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora y cooperación en cada sistema nacional de innovación. Así pues, entidades como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) proporcionan instrumentos para la medición y análisis internacional en esta materia.

Si bien el avance tecnológico y los desarrollos en ciencia de datos han permitido capturar un volumen de información considerable para la comparabilidad entre países, todavía no es posible tener una perspectiva comparativa internacional exacta en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación. Los insumos y resultados asociados al desarrollo en esta

materia en un país o economía son de carácter multidimensional y difíciles de medir, puesto que abarcan un amplio espectro de posibles efectos que no son fáciles de reconocer.

Al mismo tiempo, se identifican limitantes en las metodologías y categorías que implementan los países para recolectar los datos, especialmente en regiones no pertenecientes a la OCDE. Esta disparidad entre instrumentos estadísticos de medición genera un panorama incompleto y rezagado de la medición de las posteriores comparaciones. No obstante, estos indicadores permiten una aproximación de las capacidades y retos de las diferentes economías del mundo en el marco de la ciencia y la tecnología.

En este orden de ideas, este capítulo presenta una comparación internacional de una serie de indicadores de ciencia y tecnología que permiten hacer una aproximación de la posición que ocupa Colombia respecto a países de la región con economías afines y, en algunos casos, respecto a países con mayor desarrollo. Es importante mencionar que la mayoría de indicadores de este capítulo se toman en un periodo de observación que va hasta el año 2017 para efectos de comparación internacional. No obstante, en Colombia el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ha permitido el acceso a datos e información más actualizada para los capítulos anteriores.

Las actividades de ciencia y tecnología posibilitan innovaciones que incrementan la productividad y competitividad. Estas actividades comprenden todas las dinámicas relacionadas con la producción, divulgación, apropiación y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en diversos sectores. A su vez, estas dinámicas se agrupan en categorías de actividades que se definen de la siguiente manera: investigación y desarrollo; apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica; actividades de innovación; servicios científicos y tecnológicos; administración; y otras actividades de apoyo en CTel.

Es por esto que la inversión en actividades de CTel como porcentaje del PIB es un indicador clave para medir los esfuerzos y capacidades económicas de un país en relación con la ciencia y tecnología. En la tabla 8.1 se presenta la inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación para países seleccionados de América Latina.

**Tabla 8.1** Inversión en ACTI como porcentaje del PIB según países seleccionados, 2008-2017



País	Año									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	0.55	0.63	0.61	0.61	0.68	0.66	0.65	0.66	0.60	0.61
Brasil	1.46	1.54	1.60	1.56	1.59	1.61	1.67	1.70	1.53	1.52
<b>Colombia</b>	<b>0.50</b>	<b>0.47</b>	<b>0.48</b>	<b>0.48</b>	<b>0.54</b>	<b>0.60</b>	<b>0.71</b>	<b>0.80</b>	<b>0.75</b>	<b>0.68</b>
Costa Rica	1.39	1.97	1.86	1.77	1.98	2.01	2.58	2.03	2.05	2.36
Ecuador	0.34	0.44	0.45	0.39	0.42	0.55	0.56	-	-	-
El Salvador	0.87	0.94	0.99	0.98	1.09	1.15	1.12	1.95	2.04	2.14
México	0.69	0.76	0.77	0.75	0.67	0.83	0.69	0.70	0.67	0.62
Panamá	0.46	0.39	0.41	0.46	0.26	0.29	0.66	0.77	0.76	0.75
Uruguay	0.62	0.70	0.67	0.59	0.54	0.51	0.54	0.57	0.66	0.73
América Latina	0.87	0.92	0.94	0.90	0.93	0.98	0.97	0.99	0.94	0.89

**Fuente:** RICYT, para Colombia cálculos propios OCyT.

**Nota:** Los guiones (-) indican que no hay información disponible para esas entradas.

Un gobierno que destina un mayor porcentaje del PIB a la ciencia y tecnología evidencia la importancia de la innovación para el desarrollo y crecimiento económico de su país. En América Latina, países como Brasil y Costa Rica han invertido entre el 1.4% y el 2.4% del PIB en actividades de CTel durante los últimos años. También se destaca la tasa de crecimiento en este rubro en El Salvador, donde aumentó cerca de 1.3 puntos porcentuales en el periodo de observación 2008-2017.

De acuerdo a la ventana de observación, Colombia se ha mantenido entre el 0.5% y 0.7% durante los últimos años, siendo el 2015 el año en el que se destinó el mayor porcentaje del PIB a actividades de

CTel (0.8%). Sin embargo, este es un porcentaje demasiado bajo en comparación con las economías desarrolladas, encontrándose incluso por debajo del promedio de los países de América Latina.

Las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), encargadas del desarrollo y mejora de procesos, productos y servicios en una economía, son las actividades de mayor protagonismo en el marco de las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. Sin embargo, este tipo de actividades conllevan altos costos e incertidumbre en el retorno de la inversión.

La inversión en I+D como porcentaje del PIB es crucial para el desarrollo de nuevos productos y para el desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías que permiten que una economía sea más próspera y competitiva. La tabla 8.2 presenta la inversión en I+D como porcentaje del PIB y su crecimiento para diferentes países del mundo.

**Tabla 8.2** Inversión en I+D como porcentaje del PIB según países seleccionados, 2008-2017



País	Año									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	0.47	0.58	0.56	0.57	0.63	0.62	0.59	0.62	0.56	0.55
Alemania	2.62	2.74	2.73	2.81	2.88	2.84	2.88	2.93	2.94	3.07
Brasil	1.13	1.12	1.16	1.14	1.13	1.20	1.27	1.34	1.26	1.26
Canadá	1.86	1.92	1.83	1.79	1.77	1.71	1.71	1.69	1.73	1.67
Chile	0.37	0.35	0.34	0.35	0.36	0.39	0.38	0.37	0.38	0.36
China	1.45	1.66	1.71	1.78	1.91	2.00	2.03	2.07	2.12	2.15
<b>Colombia</b>	<b>0.20</b>	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>	<b>0.20</b>	<b>0.22</b>	<b>0.26</b>	<b>0.30</b>	<b>0.32</b>	<b>0.30</b>	<b>0.26</b>
Corea del Sur	2.99	3.15	3.32	3.59	3.85	3.95	4.08	3.98	3.99	4.29
España	1.32	1.35	1.35	1.33	1.29	1.27	1.24	1.22	1.19	1.20
Estados Unidos	2.75	2.80	2.73	2.75	2.69	2.72	2.73	2.74	2.73	2.79
Japón	3.34	3.23	3.14	3.24	3.21	3.31	3.40	3.28	3.16	3.21
México	0.40	0.42	0.49	0.47	0.42	0.42	0.44	0.43	0.39	0.33
Reino Unido	1.61	1.67	1.65	1.65	1.58	1.62	1.64	1.65	1.66	1.65

continúa



País	Año									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Suecia	3.49	3.41	3.17	3.19	3.24	3.27	3.11	3.23	3.25	3.37
Uruguay	0.38	0.41	0.34	0.35	0.33	0.32	0.34	0.36	0.41	0.49
América Latina	0.60	0.62	0.65	0.63	0.63	0.66	0.68	0.70	0.66	0.64
OCDE	2.27	2.31	2.28	2.31	2.30	2.32	2.34	2.33	2.33	2.37

**Fuentes:** OCDE, RICYT, para Colombia.

**Cálculos:** OCyT.

En la ventana de observación se evidencia que el país con la mayor proporción del PIB destinada a actividades de investigación y desarrollo es Corea del Sur (4.29%), siendo este además el país que más ha incrementado este porcentaje desde el año 2008. De igual forma, se observa que Japón, Alemania y Suecia han mantenido una alta proporción del PIB dedicada a este tipo de actividades. Por otro lado, se evidencia la amplia brecha que existe entre los países de América Latina y las economías desarrolladas pertenecientes a la OCDE, con una diferencia cercana a los 1.6 puntos porcentuales. Colombia, de igual forma, se mantiene como una de las economías con bajos índices de inversión en Investigación y Desarrollo.

Ahora bien, al analizar las fuentes de financiación de la I+D, se destacan los recursos públicos, los del sector empresarial, los de la educación superior y los de empresas privadas sin ánimo de lucro o de entidades extranjeras. Es interesante el hecho de que en las economías más desarrolladas la mayor parte de la financiación en I+D se concentra en las empresas, mientras que en la mayoría de los países de América Latina la principal fuente de financiación es la inversión pública; esto a diferencia de Uruguay, donde en los últimos años la educación superior ha financiado cerca del 60%. En Colombia, para el año 2018 la I+D fue financiada principalmente por las empresas (39.9%), seguidas de los recursos de inversión pública (34.3%) y la educación superior (14.7%) (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

De igual forma, estos recursos pueden ser ejecutados por el Estado, las empresas, la educación superior y las organizaciones o empresas privadas sin ánimo de lucro. Como es de esperarse, en países como Alemania, China y Japón, y también en promedio en los países OCDE, el sector que mayor inversión realizó en I+D es el empresarial. Esto contrasta con los países de América Latina, que han apostado al desarrollo investigativo y científico en las instituciones de educación superior. Para el año 2018, la mayor proporción del gasto en I+D fue ejecutada principalmente por el sector empresarial (37.3%); no obstante, en el año 2017 las empresas habían ejecutado el 46% del gasto, lo que indica una disminución de casi 9 puntos porcentuales en el 2018 (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

El número de investigadores en un país es reflejo de la capacidad y competencia para desarrollar nuevas tecnologías e invenciones. En la tabla 8.3 se presenta el número de investigadores por cada 100,000 integrantes de la fuerza de trabajo<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Los integrantes de la fuerza laboral, o población económicamente activa, son las personas que integran el mercado laboral.

**Tabla 8.3** Número de investigadores por cada 100,000 integrantes de la fuerza de trabajo, según países seleccionados, 2013-2017



País	Año				
	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	2.94	2.96	3.04	3.09	2.92
Canadá	8.57	8.97	8.82	8.32	n.d.
Chile	0.70	0.89	0.95	1.03	1.01
<b>Colombia</b>	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>0.14</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>
Costa Rica	0.76	1.14	1.07	1.13	0.83
España	5.31	5.33	5.34	5.55	5.86
Guatemala	0.05	0.05	0.06	0.05	0.03
México	0.58	0.60	0.65	0.72	n.d.
Paraguay	n.d.	0.31	0.37	0.24	0.27
Portugal	7.16	7.30	7.44	7.98	8.61
Uruguay	1.27	1.29	1.35	1.29	1.33
Venezuela	0.78	0.58	0.52	0.62	n.d.
América Latina	0.98	1.00	1.03	1.05	1.03

Fuente: RICYT

La ventana de observación permite ver la gran diferencia que existe entre los países de América Latina y economías más desarrolladas como Canadá, Portugal y España. Mientras que en 2017 en América Latina había en promedio un investigador por cada mil trabajadores, en países como Portugal o Canadá había ocho.

En Colombia, según Colciencias, en el año 2017 hubo 13,001 investigadores reconocidos, entre los cuales cerca del 37% eran mujeres y el 63% hombres (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT). En comparación con los demás países del continente, Colombia presenta un notorio rezago respecto al número de investigadores en CTel: la tasa de investigadores por cada 100,000 trabajadores en Colombia es tan solo del 0.17, cerca de 94% menos que la tasa de Argentina y 83.5% por debajo del promedio de América Latina.

Los investigadores son el motor para la generación de nuevos conocimientos y capacidades en la I+D, contribuyendo así a la solución de las diferentes problemáticas de un país. La producción científica se expresa como el resultado intelectual de una investigación; por lo tanto, resulta interesante analizar la cantidad y calidad de documentos científicos producidos por país. En la tabla 8.4 se presenta el número de documentos Scopus<sup>2</sup> por cada 100,000 habitantes.

**Tabla 8.4** Documentos Scopus por cada 100,000 habitantes para países seleccionados, 2008-2017



País	Año									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	22.88	25.41	26.66	28.66	29.08	29.03	31.71	31.48	31.90	32.28
Bolivia	4.42	2.56	2.45	2.52	2.43	2.69	2.95	3.04	3.06	2.73
Brasil	22.05	24.15	25.86	27.91	30.47	32.01	33.89	34.59	36.42	37.97
Canadá	242.46	257.56	264.03	269.52	285.89	287.79	295.10	293.48	295.44	297.35
Chile	36.13	39.67	41.67	45.36	51.07	52.93	62.43	65.32	73.48	73.45
<b>Colombia</b>	<b>8.17</b>	<b>9.38</b>	<b>10.79</b>	<b>12.19</b>	<b>14.14</b>	<b>15.80</b>	<b>17.63</b>	<b>18.89</b>	<b>21.36</b>	<b>23.65</b>
Costa Rica	11.91	12.51	13.27	13.91	14.90	15.05	18.82	18.16	19.84	22.75
Ecuador	2.99	3.39	3.04	3.17	4.18	4.83	6.61	10.29	14.84	21.03
España	133.68	145.72	154.44	167.10	179.43	184.39	194.20	193.07	198.43	203.57
Estados Unidos	173.52	183.67	190.35	196.43	205.81	206.27	208.80	208.88	207.38	210.67
México	12.83	13.46	14.07	14.84	15.69	16.51	17.82	17.81	18.78	19.64
Paraguay	1.20	1.44	1.58	1.92	2.23	2.32	2.48	3.37	3.64	4.60
Perú	2.77	3.33	3.70	4.31	4.57	5.04	5.75	6.74	7.85	9.12
Portugal	120.01	132.68	148.97	173.63	194.20	215.03	226.34	236.93	243.48	249.68
Puerto Rico	26.56	23.77	25.47	25.72	25.59	22.68	24.24	22.46	25.25	25.53
Uruguay	23.67	26.29	27.29	31.88	32.28	34.01	42.53	39.72	45.74	45.43
América Latina	14.09	15.33	16.16	17.29	18.62	19.38	20.88	21.14	22.39	23.43

Fuente: RICYT

<sup>2</sup> Scopus es una base de datos de referencias bibliográficas y citas de la empresa Elsevier, de literatura peer review y contenido web de calidad, con herramientas para el seguimiento, análisis y visualización de la investigación.

La inversión en actividades de Investigación y Desarrollo tiene una correlación positiva con la producción científica de los países. Como se observa en la tabla 8.4, Canadá, Estados Unidos, España y Portugal son países que, comparados con los de América Latina, dedican un porcentaje significativamente mayor a este tipo de actividades y, en consecuencia, producen una cantidad de documentos científicos mucho más grande. Entre tanto, Chile es el país que produce más documentos científicos indexados en Scopus por población en los últimos años: su tasa de crecimiento es mayor que el promedio de América Latina.

Es interesante observar que la inversión en actividades de CTel en Colombia se ha mantenido constante y que se ha visto una alta tasa de crecimiento en la producción científica durante los últimos años, puesto que se pasó de indexar 8.17 documentos Scopus en el año 2008 a 23.65 en el 2017. A diferencia de la cantidad de investigadores, la producción científica para el año 2017 en Colombia se mantuvo en la media de los países de América Latina, resaltándose la alta capacidad y eficiencia de los investigadores colombianos en este aspecto.

“El número de investigadores en un país es reflejo de la capacidad y competencia para desarrollar nuevas tecnologías e invenciones.”

Al igual que los documentos técnicos y científicos, la cantidad de solicitudes de patentes de invención, que también constituyen un instrumento fundamental para el fomento del desarrollo técnico y económico en un país, ha presentado un importante aumento en los últimos años. La protección de una patente puede ser solicitada mediante oficinas nacionales o por un tratado de cooperación internacional de patentes (PCT) administrado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), el cual permite la solicitud y extensión de protección de manera sencilla en el marco internacional. A continuación, se presenta el número de solicitudes y concesiones de patentes de invención para países seleccionados, en el periodo 2016–2018.

Tabla 8.5 Patentes solicitadas y concedidas, según países seleccionados, 2016-2018



País	2016		2017		2018	
	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas
Argentina	3,809	1,879	3,443	2,302	3,667	1,525
Brasil	28,010	4,195	25,658	5,450	24,857	9,966
Canadá	34,745	26,424	35,022	24,099	36,161	23,499
Chile	2,907	2,077	2,894	1,574	3,100	1,599
China	1,338,503	404,208	1,381,594	420,144	1,542,002	432,147
<b>Colombia</b>	<b>2,203</b>	<b>917</b>	<b>2,372</b>	<b>1,164</b>	<b>2,223</b>	<b>1,271</b>
Costa Rica	505	67	523	190	498	168
Ecuador	374	10	417	17	405	10
El Salvador	175	40	182	24	139	36
España	2,922	2,308	2,343	2,011	1,674	1,760
Estados Unidos	605,571	303,049	606,956	318,829	597,141	307,759
Honduras	195	53	193	54	156	88
México	17,413	8,652	17,184	8,510	16,424	8,921
Perú	1,163	403	1,219	510	1,222	625

Fuente: OMPI

“En Colombia, según Colciencias, en el año 2017 hubo 13,001 investigadores reconocidos, entre los cuales cerca del 37% eran mujeres y el 63% hombres.”

China lidera el ranking mundial tanto en solicitudes como en concesiones de patentes de invención desde hace una década, y para el año 2018 presentó cerca de tres veces más solicitudes que Estados Unidos. Otro dato para destacar es el crecimiento sustancial del número de registros de patentes que han experimentado las economías asiáticas en comparación con Estados Unidos y Europa, convirtiéndose Asia en el continente líder en innovación.

Brasil y México son referentes en América Latina respecto a los derechos de propiedad intelectual; sin embargo, aún presentan un rezago significativo en comparación con las economías europeas o asiáticas. Para el año 2018, Colombia presenta una tasa del número de patentes concedidas frente a las presentadas del 57%, un porcentaje alto en comparación con otros países. Igualmente, aunque el número de patentes solicitadas disminuyó respecto al año 2017, las patentes concedidas aumentaron en un 9.2% (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

En los últimos años se ha hecho evidente un interés por parte de los gobiernos para que las instituciones de educación superior, en tanto entidades dedicadas a la investigación y desarrollo de nuevos conocimientos, tengan una participación más activa en el crecimiento y desarrollo económico. La transferencia de los resultados de la actividad investigadora y docente ha representado un reto importante en las economías latinoamericanas.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha permitido estimular la transferencia de conocimiento por medio de la movilidad académica en las Instituciones de Educación Superior (IES). La movilidad académica internacional se entiende como la realización de un curso corto, misión, pasantía o práctica por extranjeros en las IES de Colombia (movilidad entrante), o por colombianos en instituciones de países extranjeros (movilidad saliente).

**Tabla 8.6** Porcentaje de Instituciones de Educación Superior (IES) que reportaron movilidad internacional al SNIES, 2010-2018



Tipo de población	Tipo de movilidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Estudiantes	Saliente	28.22	31.78	44.75	47.37	51.10	54.58	56.20	45.83	55.03
	Entrante	19.92	19.77	31.91	37.22	33.82	42.86	37.23	40.70	57.72
Docentes	Saliente	12.03	13.95	28.40	23.68	28.31	28.94	52.55	47.11	57.72
	Entrante	7.47	11.63	21.79	20.30	22.43	26.37	46.35	44.23	52.01

**Fuente:** Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES)

El porcentaje de instituciones de educación superior que reportaron movilidad internacional ha aumentado significativamente en los últimos años (ver tabla 8.6). En el año 2010, las instituciones reportaban una mayor movilidad internacional por parte de los estudiantes, mientras que en el año 2018 más de la mitad de las instituciones de educación superior reportaron movilidad académica internacional tanto para docentes como para estudiantes. También resulta interesante que las instituciones hayan reportado por primera vez una mayor cantidad de movilidad entrante que saliente en el año 2018.

Los estudiantes colombianos han cambiado las preferencias respecto al país de destino para realizar sus diferentes actividades académicas. En el año 2010, los estudiantes iban principalmente a Estados Unidos o Argentina para adquirir nuevos conocimientos, mientras que en el 2018 la mayor cantidad de estudiantes colombianos escoge a México o



España. Respecto a la movilidad entrante de estudiantes en instituciones de educación colombianas, los estudiantes extranjeros provienen en su mayoría de México, Perú y Francia (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

La movilidad internacional de docentes ha tomado un papel más importante en la generación y transferencia de conocimiento en Colombia. Si bien en el año 2010 únicamente el 7.5% de las instituciones reportaban movilidad entrante de docentes, para el año 2018 más de la mitad de las instituciones de educación superior reportaron esta actividad. La movilidad de docentes tanto saliente como entrante se concentra principalmente en España, Estados Unidos y México (Para mayor información, consultar el Portal de Datos del OCyT).

“La movilidad internacional de docentes ha tomado un papel más importante en la generación y transferencia de conocimiento en Colombia. Si bien en el año 2010 únicamente el 7.5% de las instituciones reportaban movilidad entrante de docentes, para el año 2018 más de la mitad de las instituciones de educación superior reportaron esta actividad.”

Las Actividades en Ciencia, Tecnología e Innovación han sido un factor diferencial entre los países emergentes y desarrollados. Las economías innovadoras permiten lograr mejores niveles de desarrollo a partir de tecnologías limpias y eficientes, mientras que los países que no logran innovar tienen la necesidad de comprar tecnologías nuevas a un alto costo, lo que las convierte en economías dependientes y atrasadas.

De acuerdo al análisis anterior, puede concluirse lo siguiente:

- En el marco internacional aún existen grandes obstáculos y diferencias en la información y estadísticas en materia de la CTel, bien sea por el acceso a estas o por las diferencias metodológicas entre países, lo que revela oportunidades de mejora en la calidad y alcance de indicadores en CTel de países latinoamericanos, de manera que se facilite y mejore su comparación con los de otros países.
- Los países latinoamericanos han canalizado grandes esfuerzos en desarrollo científico y tecnológico para que sus economías sean más competitivas y generadoras de valor; sin embargo, existen aún brechas enormes respecto a economías más desarrolladas.
- En Colombia, los esfuerzos económicos en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación son bajos, incluso si se comparan con los de sus pares en América Latina. En consecuencia, el número de investigadores en CTel es significativamente bajo en relación al de los demás países.
- Es de resaltar la capacidad de producción científica e inventiva de Colombia, donde el nivel de inversión en CTel se ha mantenido constante. El creciente número de documentos indexados y patentes de invención concedidas reflejan los grandes esfuerzos del personal científico y técnico del país.

- Para el año 2018, la movilidad de estudiantes y docentes (tanto saliente como entrante) mostró un aumento significativo en comparación con el año 2017. Es de resaltar la tasa de crecimiento que ha experimentado la movilidad entrante en los últimos años, mostrando a Colombia como un destino llamativo para estudiantes e investigadores internacionales.
- Se ha evidenciado la contribución de la Ciencia, Tecnología e Innovación en el desarrollo de las economías al favorecer las matrices productivas y empresariales, y como respuesta a grandes problemáticas sociales y ambientales. Es por esto que las economías de América Latina deben hacer esfuerzos mayores en el desarrollo de capacidades científicas y técnicas, diseñando mejores estrategias e instrumentos para superar los diferentes obstáculos que enfrentan los actores tanto privados como públicos al momento de desarrollar Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación.



## Nota Metodológica

El capítulo procura ofrecer una perspectiva internacional de los principales indicadores en Ciencia, Tecnología e Innovación. Este capítulo se divide en: i) análisis comparativo de algunos indicadores en CTel entre Colombia, algunos países de América Latina y algunos de los países clasificados como desarrollados; y ii) análisis descriptivo de indicadores de movilidad internacional de estudiantes y docentes en las Instituciones de Educación Superior (IES) del país.

Por un lado, los indicadores en CTel para los países de América Latina fueron descargados de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), la cual tiene como objetivo “promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, en un marco de cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento político para la toma de decisiones”. Por otro lado, los indicadores para los países con economías más desarrolladas se descargaron de la página web de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), organización

que ofrece asesoría en materia de políticas públicas y en el establecimiento de estándares y normas a nivel mundial. Para el caso de Colombia se utilizó la información procesada por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).

Finalmente, respecto a la movilidad internacional de docentes y estudiantes, se solicitó la información directamente al Ministerio de Educación Nacional (MEN), órgano encargado de la formulación y adopción de políticas, planes y proyectos relacionados con la educación superior en Colombia.



Consulta los datos utilizados en este capítulo en el **Portal de Datos** del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ingresando a:

<https://perspectivalibro2019.ocyt.org.co/>

o escaneando el código QR con tu celular.







# Índice de tablas y figuras

## Tablas

Tabla 1.1	Inversión Nacional en ACTI e I+D por entidad territorial, 2017 – 2019	34
Tabla 2.1	Becas, créditos y becas-crédito según institución oferente, 2009 – 2018	56
Tabla 3.1	Grupos de investigación activos según tipo de institución avaladora, 2009 - 2018.	70
Tabla 3.2	Grupos de investigación activos según gran área de la ciencia y la tecnología OCDE, 2009 - 2018.	72
Tabla 3.3	Porcentaje de investigadores activos vinculados a grupos según gran área de la ciencia y la tecnología OCDE, 2009 - 2018.	74
Tabla 3.4	Investigadores activos vinculados a grupos de investigación según rango etario, 2009 - 2018.	75
Tabla 4.1	Distribución de la producción total bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Scopus y WoS por área OCDE, 2009 – 2018	91

Tabla 4.2	Diferencias en tipos de coautorías de la producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas de acuerdo con el índice donde se encuentran las revistas, 2009- 2018	95
Tabla 5.1	Patentes presentadas ante la oficina de la SIC, 2009-2018.	113
Tabla 5.2	Patentes concedidas ante la oficina de la SIC, 2009-2018.	114
Tabla 5.3	Patentes de invención presentadas y concedidas a residentes por universidades ante oficina de la SIC, 2009-2018	117
Tabla 5.4	Solicitudes y concesiones de patentes de invención a colombianos ante oficinas internacionales, 2009-2018	119
Tabla 5.5	Modelos de utilidad presentados ante oficina de la SIC, 2009-2018.	120
Tabla 5.6	Modelos de utilidad concedidos ante oficina de la SIC, 2009-2018.	121
Tabla 5.7	Diseños industriales presentados y concedidos ante la oficina de la SIC, 2009-2018	122
Tabla 5.8	Marcas y lemas comerciales solicitados y registrados ante oficina de la SIC, 2009-2018	123
Tabla 5.9	Patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales presentados y concedidos ante oficina de la SIC, por departamento, 2009-2018.	124
Tabla 6.1	Personal ocupado que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación por nivel educativo, sector manufactura.	144

Tabla 6.2	Personal ocupado que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación por nivel educativo, sector servicios.	145
Tabla 6.3	Porcentaje de las ventas nacionales y exportaciones asociadas a los productos nuevos o mejorados, sector manufactura.	155
Tabla 6.4	Porcentaje de las ventas nacionales y exportaciones asociadas a los productos nuevos o mejorados, sector servicios	155
Tabla 7.1	Número de instituciones que desarrollan actividades que fomentan la cultura CTel, según carácter, 2009-2018	168
Tabla 7.2	Número de proyectos del Sistema General de Regalías que tienen como enfoque la Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2012-2018	171
Tabla 7.3	Monto de financiación del SGR para proyectos con enfoque de ASCTel	172
Tabla 7.4	Número de proyectos de CTel que fomentan la Cultura Científica, según tipología, 2009-2018	173
Tabla 7.5	Centros de ciencia reconocidos según tipo de centro, 2018	174
Tabla 7.6	Centros de investigación avalados según entidad territorial, 2018	175
Tabla 7.7	Número de productos resultantes de actividades de comunicación de CTel que fomentan la cultura, 2009-2018	177
Tabla 7.8	Número de niños, grupos, maestros e instituciones a nivel nacional que participan en el Programa Ondas, 2009-2018	178

Tabla 7.9	Número de niños, niñas y jóvenes que participan en el Programa Ondas según entidad territorial, 2009-2018	179
Tabla 7.10	Número de maestros que participan en el Programa Ondas, según entidad territorial, 2009-2018	180
Tabla 7.11	Número de grupos investigación infantil beneficiarios del Programa Ondas, según entidad territorial, 2009-2018	182
Tabla 7.12	Número de instituciones beneficiarias del Programa Ondas, según entidad territorial, 2009-2018	183
Tabla 8.1	Inversión en ACTI como porcentaje del PIB según países seleccionados, 2008-2017	197
Tabla 8.2	Inversión en I+D como porcentaje del PIB según países seleccionados, 2008-2017	198
Tabla 8.3	Número de investigadores por cada 100,000 integrantes de la fuerza de trabajo, según países seleccionados, 2013-2017	201
Tabla 8.4	Documentos Scopus por cada 100,000 habitantes para países seleccionados, 2008-2017	204
Tabla 8.5	Patentes solicitadas y concedidas, según países seleccionados, 2016-2018	204
Tabla 8.6	Porcentaje de Instituciones de Educación Superior (IES) que reportaron movilidad internacional al SNIES, 2010-2018	206

## Figuras

Figura 1.1	Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) como porcentaje del PIB, 2010-2019	21
Figura 1.2	Inversión en ACTI por tipo de entidad ejecutora, 2010-2019	23
Figura 1.3	Inversión en I+D por tipo de entidad ejecutora, 2010-2019	24
Figura 1.4	Inversión en ACTI por tipo de actividad, 2010-2019	25
Figura 1.5	Financiación de las ACTI por tipo de recurso, 2010-2019	28
Figura 1.6	Financiación de la I+D por tipo de recurso, 2010-2019	29
Figura 1.7	Financiación de las ACTI por tipo de institución, 2010-2019	30
Figura 1.8	Financiación de la I+D por tipo de institución, 2010-2019	31
Figura 1.9	Financiación de ACTI por tipo de institución, 2018	33
Figura 1.10	Proceso de cálculo de la inversión en ACTI, 2019	38
Figura 2.1	Graduados en Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas por nivel de formación, 2009-2018	47
Figura 2.2	Graduados en Instituciones de Educación Superior por entidad territorial, 2018	48
Figura 2.3	Graduados en programas nacionales de maestría por área OCDE, 2018	51
Figura 2.4	Graduados en programas nacionales de doctorado por área OCDE, 2018	51
Figura 2.5	Programas nacionales de maestría por área OCDE y NBC, 2009-2018	53

Figura 2.6	Programas nacionales de doctorado por área OCDE y NBC, 2009–2018	55
Figura 2.7	Jóvenes investigadores apoyados por Colciencias según sexo, 2009–2018	59
Figura 3.1	Grupos de investigación según criterio de actividad, 2009-2018.	69
Figura 3.2	Grupos de investigación activos según antigüedad en años, 2009-2018.	71
Figura 3.3	Investigadores activos, 2009-2018.	73
Figura 3.4	Investigadores activos vinculados a grupos de investigación según sexo, 2009-2018.	76
Figura 4.1	Producción bibliográfica total de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Scopus y WoS, 2009–2018	88
Figura 4.2	Visualización de red de palabras clave de WoS entre 2009-2013	92
Figura 4.3	Visualización de red de coocurrencia de palabras clave de WoS entre 2014-2018	93
Figura 4.4	Revistas indexadas vs. revistas nuevas en Publindex, 2009–2018	97
Figura 5.1	Patentes de invención presentadas y concedidas por residentes y no residentes ante oficina de la SIC, por sector según la Clasificación Internacional de Patentes (CPI), 2018	116
Figura 6.1	Distribución de las empresas del sector de manufactura por Encuesta de Desarrollo Tecnológico (EDIT V-EDIT IX) y por tamaño	138

Figura 6.2	Distribución de las empresas del sector de servicios por Encuesta de Desarrollo Tecnológico (EDITS III-EDITS VI) y por tamaño	138
Figura 6.3	Porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D vs empresas que realizan otras actividades conducentes a la innovación, sectores de manufactura y servicios.	140
Figura 6.4	Inversión en I+D vs inversión en otras actividades conducentes a la innovación, como porcentaje de las ventas totales, sectores de manufactura y servicios.	141
Figura 6.5	Distribución de la financiación de las actividades conducentes a la innovación en empresas de manufactura, según fuente.	142
Figura 6.6	Distribución de la financiación de las actividades conducentes a la innovación en empresas de servicios, según fuente.	143
Figura 6.7	Número de personas que participaron en la realización de actividades conducentes a la innovación, por departamento, en las empresas de manufactura y servicios.	146
Figura 6.8	Personal ocupado promedio que participó en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, según área funcional y sexo, sector manufactura.	150
Figura 6.9	Personal ocupado promedio que participó en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, según área funcional y sexo, sector servicios.	150
Figura 6.10	Porcentaje de empresas que innovaron, según grado de innovación, en el sector manufactura, 2017-2018 (EDIT IX).	152

Figura 6.11	Porcentaje de empresas que innovaron, según grado de innovación, en el sector servicios, 2016-2017 (EDITS VI).	152
Figura 6.12	Porcentaje de empresas que innovaron, según tipo de innovación, sector manufactura.	153
Figura 6.13	Porcentaje de empresas que innovaron, según tipo de innovación, sector servicios	153
Figura 7.1	Número de proyectos de CTel por fuente de financiación, 2009-2018	169



## Índice de siglas y acrónimos

ACTI	Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación
ACT	Actividades de Ciencia y Tecnología
ASCTel	Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Unificada
CTel	Ciencia, Tecnología e Innovación
CPI	Clasificación Internacional de Patentes
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EDIT	Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica para los Sectores de Manufactura
EDITS	Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica para los Sectores de Servicios
EPO	European Patent Office
FCTel-SGR	Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías

IES	Instituciones de Educación Superior
I+D	Investigación y Desarrollo
ID+I	Investigación, Desarrollo e Innovación
IPSFL	Instituciones Privadas sin Fines de Lucro
MEN	Ministerio de Educación Nacional
OCAD	Órgano Colegiado de Administración y Decisión (del FCTel del SGR)
OCDE/OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - Organisation for Economic Co-operation and Development
OLE	Observatorio Laboral para la Educación
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
ONG	Organización no Gubernamental
PCT	Patent Cooperation Treaty - Tratado de Cooperación en Materia de Patentes
PGN	Presupuesto General de la Nación
PI	Propiedad Industrial
PIB	Producto Interno Bruto
RICYT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – Interamericana e Iberoamericana
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SNCTel	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNIES	Sistema Nacional de Instituciones de Educación Superior
USPTO	United States Patent and Trademark Office

## Sobre los Autores

### Jorge Lucio Álvarez

Ingeniero Forestal de la Universidad Distrital con especialización en sistemas de información y bases de datos. Se ha desempeñado como consultor del PNUD en los campos de sistemas e informática para la Misión Social (DNP) y la Contraloría General de la República, asesor de Colciencias para el Programa de Estudios Científicos de la Educación y auditor de sistemas en la Corporación Cafetera de Ahorro y Vivienda – Concasa. Por más de 8 años trabajó como consultor del International Development Research Centre (IDRC) – Oficina Regional para América Latina y el Caribe, en los campos de informática, sistemas y comunicaciones. Desde el año 2000 hace parte del equipo del OCyT en la que ha desempeñado roles como editor de los informes de indicadores de anuales, al igual que el liderazgo del área de inversión en ciencia, tecnología e innovación.

### Andrea Guevara Rey

Economista de la Universidad Nacional de Colombia. Investigadora en temas de inversión en ciencia, tecnología e innovación, con experiencia en la elaboración y cálculo de líneas base de indicadores sectoriales y regionales. Vinculada al OCyT desde el 2010, donde se ha

desempeñado como investigadora del área de inversión, coordinadora de los operativos de la “Encuesta de Inversión en ACTI”, capacitadora en temáticas como: vigilancia tecnológica, líneas base de indicadores (construcción, cálculo, análisis y elaboración de conclusiones, toma de decisiones basada en la evidencia), y enlace para la “Encuesta nacional de ciencia, tecnología e innovación agropecuaria”, entre otros.

#### Gloria Inés Perea

Economista de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, con estudios complementarios a la formación básica que le permitieron desempeñar en su trayectoria profesional, funciones de formulación y evaluación de programas y proyectos de inversión, sociales y actividades de planeación y desarrollo organizacional. Entre las actividades académicas adicionales se encuentran: Estudios de comercio exterior, Madrid España “Escuela de Organización Industrial”, Estudios de Política Económica, Maestría Universidad Nacional 1989 y diferentes actualizaciones y seminarios sobre Planeación Estratégica y formulación de indicadores de desempeño. Vinculada al equipo del OCyT desde 2007 como consultora e investigadora.

#### María Paula Garavito Muñoz

Candidata a Magister en Estudios Políticos del Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales (IEPRI) de la Universidad Nacional de Colombia. Economista, con formación en procesos de investigación social y política. Experiencia en coordinación, formulación, seguimiento, control y evaluación de proyectos; asimismo ha desarrollado trabajos de diseño y construcción instrumentos para recolección de información con diversos tipos de actores sociales desde la investigación cuantitativa y cualitativa.

Ha participado en investigaciones relacionadas con el cálculo de indicadores en temáticas de educación superior y ciencia, tecnología e

innovación, estudios de percepción y perspectiva, diseños metodológicos para evaluación de proyectos y construcción de líneas base de indicadores. Vinculada al equipo del OCyT como investigadora.

#### **Félix José Segura Sguerra**

Estadístico en formación, cursando último semestre en la Universidad Santo Tomás. Experiencia ligada al sector de ciencia y tecnología, con énfasis en el manejo y modelamiento de datos, como también en procesos analíticos para investigaciones multidisciplinarias. Vinculado al equipo estadístico del OCyT.

#### **Laura Daniela Ramírez Sánchez**

Profesional en estadística, con amplio conocimiento en software de programación RStudio, SPSS, Xlstat, Gretl y Excel. Competencias específicas en procesamiento e interpretación de estadísticos descriptivos univariados y multivariados, modelación estadística, depuración y administración de bases de datos, herramientas de visualización, analítica de datos y modelamiento de datos espacio temporales. Vinculada al equipo del OCyT como investigadora. Vinculada al equipo estadístico del OCyT.

#### **Efrén Romero Riaño**

Ingeniero Industrial y Magister en Ingeniería Industrial de la UIS. Estudiante de doctorado en Ingeniería de la UNAB. Instructor certificado por el CWTS Leiden University en Visualización de la Ciencia, Bibliometría y Análisis de Redes. Experiencia en formulación, sustentación y ejecución de proyectos de ciencia y tecnología. Gestor de organizaciones académicas dentro de instituciones públicas y privadas. Profesor e investigador con más de 10 años de trayectoria. Líder de bibliometría del OCyT.

### Michael Andrés Cifuentes Mirke

Profesional en estadística de la Universidad Santo Tomás, con experiencia en programación y automatización de procesos en R y aplicativos shiny, con dos años de experiencia en temas de cálculo de indicadores como el Índice Departamental de Innovación de Colombia IDIC e indicadores bibliometría indicador que fue certificado por la norma de calidad del DANE. Vinculado al equipo estadístico del OCyT.

### Juan Camilo Castellanos

Magister en Economía y Economista de la Universidad Javeriana de Colombia. Investigador del área de innovación, con experiencia en la coordinación y desarrollo de indicadores de innovación y competitividad a nivel nacional y subregional. Investigador del OCyT.

### Sandra Zárate Rincón

Magister en Economía, Gestión y Políticas de Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana de México y Economista de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Cuenta con más de seis años de experiencia en temas relacionados con innovación, investigación, análisis sectoriales, generación de indicadores, formulación, desarrollo e implementación de proyectos y estrategias. Ha asesorado la formulación e implementación de estrategias para la educación financiera. Investigadora del OCyT.

### Henry Mora Holguín

Candidato a Doctor en Ciencias Sociales, con énfasis en economía y gestión de la innovación. Magister en economía, gestión y políticas de innovación, de la Universidad Autónoma Metropolitana de México. Administrador de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador-Consultor, con experiencia en formulación, negociación,

coordinación y ejecución de proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CTI); con conocimientos en gestión de la innovación, aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas, brechas tecnológicas, propiedad intelectual, economía del conocimiento, emprendimiento de base tecnológica, evaluación de proyectos con impacto tecnológico, innovación en el sector servicios y sector público, diseño y cálculo de indicadores de CTI, en diferentes sectores: TIC, agropecuarios, cosméticos, turismo, entre otros. Investigador del OCyT.

### **Diana Marcela Cahó Rodríguez**

Socióloga, candidata a Magister en Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Investigadora con experiencia en el diseño y coordinación de proyectos relacionados con cultura científica, apropiación social de la ciencia y tecnología, comunicación de la ciencia y la tecnología, participación ciudadana, gestión de la investigación, formación de recurso humano para la apropiación social de la ciencia y tecnología, construcción y medición de indicadores en cultura científica. Se ha desempeñado como líder de Apropiación de la Ciencia y la Tecnología en el OCyT.

### **Felipe Rocha-Gutiérrez**

Magister en Estudios Culturales de la Pontificia Universidad Javeriana y Comunicador Social con énfasis en comunicación-educación. Cuenta con experiencia en investigación social, con enfoques cualitativos y cuantitativos especialmente orientados a procesos de Comunicación Pública de Ciencia y Apropiación Social de CTel.

Ha participado en el diseño e implementación de estrategias y programas de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación para organizaciones de educación superior y centros de investigación del orden nacional, así como en la evaluación de resultados asociada a la implementación de programas de este tipo. (Ministerio

de Ciencia y Tecnología, Servicio Geológico Colombiano, Profamilia, Universidad de Medellín). Complementariamente, ha participado en calidad de tutor y asesor pedagógico en acciones orientadas al fortalecimiento de vocaciones científicas y de formación ciudadana. (Universidad de los Andes, Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional, EAFIT y la Comitato Internazionale per lo Sviluppo dei Poppoli en alianza con el MEN). Investigador del OCyT.



## Sobre el editor

**Ricardo Andrés Triana González**

Sociólogo de la Universidad Nacional de Colombia, Especialista en Organizaciones, Responsabilidad Social y Desarrollo de la Universidad de los Andes y candidato a Magister en Estudios Interdisciplinarios sobre Desarrollo de la misma universidad. Cuenta con una amplia trayectoria en la gerencia y gestión de proyectos desde el enfoque de la innovación social y la apropiación social de la ciencia y la tecnología, al igual que en el desarrollo de procesos educativos en Centros de Ciencia y Museos de Arte. Ha sido par evaluador de convocatorias nacionales e internacionales en estas áreas y dentro de su experiencia más reciente se destaca la Coordinación del Grupo de Apropiación Social del Conocimiento en Colciencias (MinCiencias) y la coordinación de proyectos de educación con enfoque STEM en Parque Explora. Actualmente lidera la línea de gestión de proyectos y alianzas estratégicas en el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT.







Esta publicación fue posible gracias a la ayuda de los socios del OCyT, y en particular de MinCiencias



El conocimiento es de todos

MinCiencias

