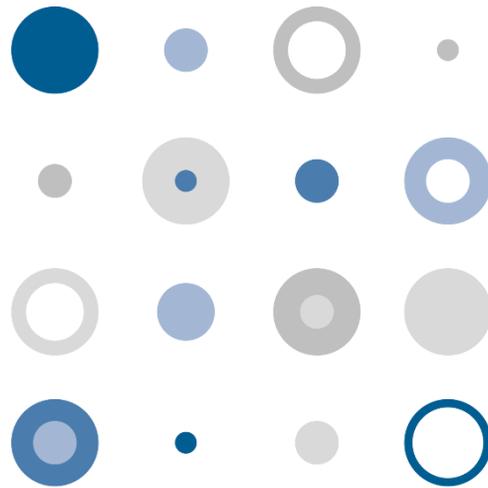




INDICADORES DE
**CIENCIA Y
TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN**
COLOMBIA 2021



O C Y T

OBSERVATORIO COLOMBIANO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación Colombia 2021



Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT

Director Ejecutivo
Diego Silva Ardila

Subdirectora Administrativa y Financiera
Angélica Monroy Pérez

Subdirector de Información y Tecnología
Juan Fernando Corredor

Subdirector de Investigación
Efrén Romero Riaño

Comité editorial
Andrea Guevara Rey
Henry Mora Holguín
Efrén Romero Riaño

Autores OCyT
Andrea Guevara Rey, Zully Niño Álvarez, Alida María Acosta, Juan Corredor, Darío Albis, Efrén Romero Riaño, Henry Mora Holguín, Juan Camilo Castellanos, Daniel Santiago Fuentes, Diana Marcela Caho Rodríguez, Mabel Ayure Urrego, Mariana Granados Cortés, Mónica Elvira Rodríguez

Diseño y diagramación
Elizabeth Guzmán

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
Carrera 15 No. 37 – 59 Bogotá, Colombia
Conmutador (57-1) 3235059
www.ocyt.org.co
ISSN 2323-072X

El Informe de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación es de libre consulta, distribución y uso para todos los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación sin fines comerciales.

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

INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Colombia 2021

Observatorio Colombiano de Ciencia
y Tecnología, 2021



Contenido

- 8 **Introducción**
Diego Silva Ardila
- 11 **Capítulo 1 · Inversión**
Inversión en Actividades de Ciencia,
Tecnología e Innovación – ACTI en
Colombia, ¿Cómo avanzamos? ¿Qué
podemos esperar?
Autoras: Andrea Guevara Rey, Zully Marlibe Niño
- 40 **Capítulo 2 · Formación**
Recurso humano para Ciencia, Tecnología e
Innovación
Autor: Alida María Acosta
- 83 **Capítulo 3 · Capacidades**
Capacidades en recurso humano: el motor
de la Ciencia, Tecnología e Innovación
(CTel) en Colombia
Autores: Juan Corredor, Darío Albis



Contenido

104

Capítulo 4 · Bibliometría
Análisis de la Producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia 2011-2020
Autor: Efrén Romero Riaño

136

Capítulo 5 · Innovación
Principales características de las empresas innovadoras en Colombia
Autores: Henry Mora Holguín, Juan Camilo Castellanos, Daniel Santiago Fuentes

168

Capítulo 6 · Propiedad intelectual
Titulares más dinámicos en materia de patentes en Colombia
Autores: Henry Mora Holguín, Daniel Santiago Fuentes



Contenido

198

Capítulo 7 · Apropriación social de la ciencia y la tecnología

Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación

Autor: Diana Marcela Caho Rodríguez

218

Capítulo 8 · Perspectiva internacional

Indicadores de Ciencia, Tecnología e innovación desde la perspectiva internacional para las transiciones sostenibles

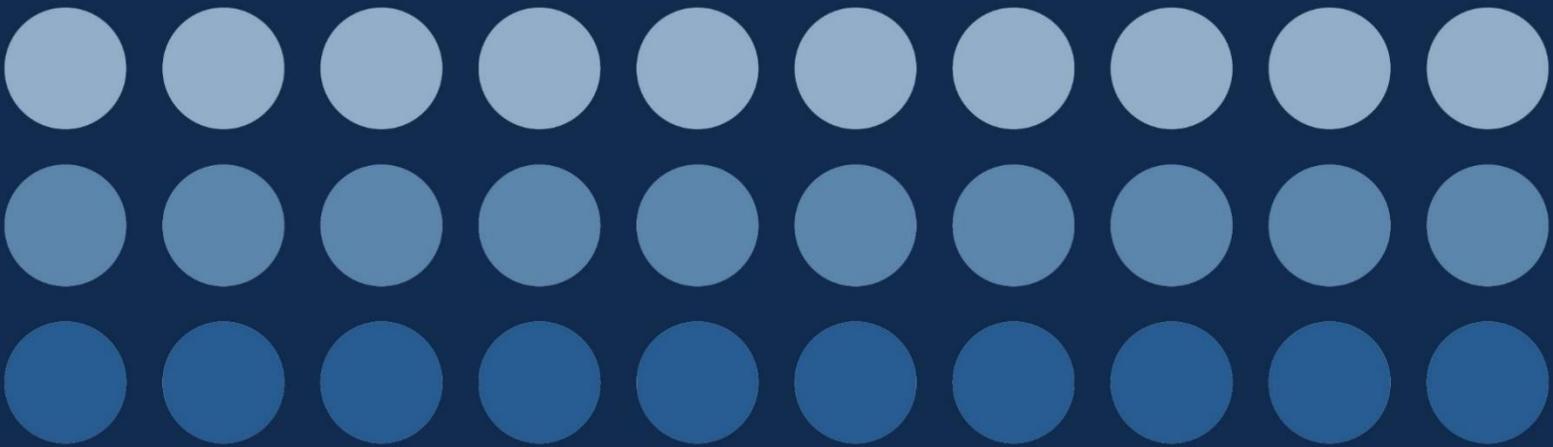
Autoras: Mabel Ayure Urrego, Mariana Granados Cortés

243

Capítulo 9 · Política científica

Enfoque educativo STEM+ y desarrollo de territorios científicos: relaciones de la política pública educativa y científica

Autoras: Mabel Ayure Urrego, Mónica Elvira Rodríguez



INTRODUCCIÓN

Introducción

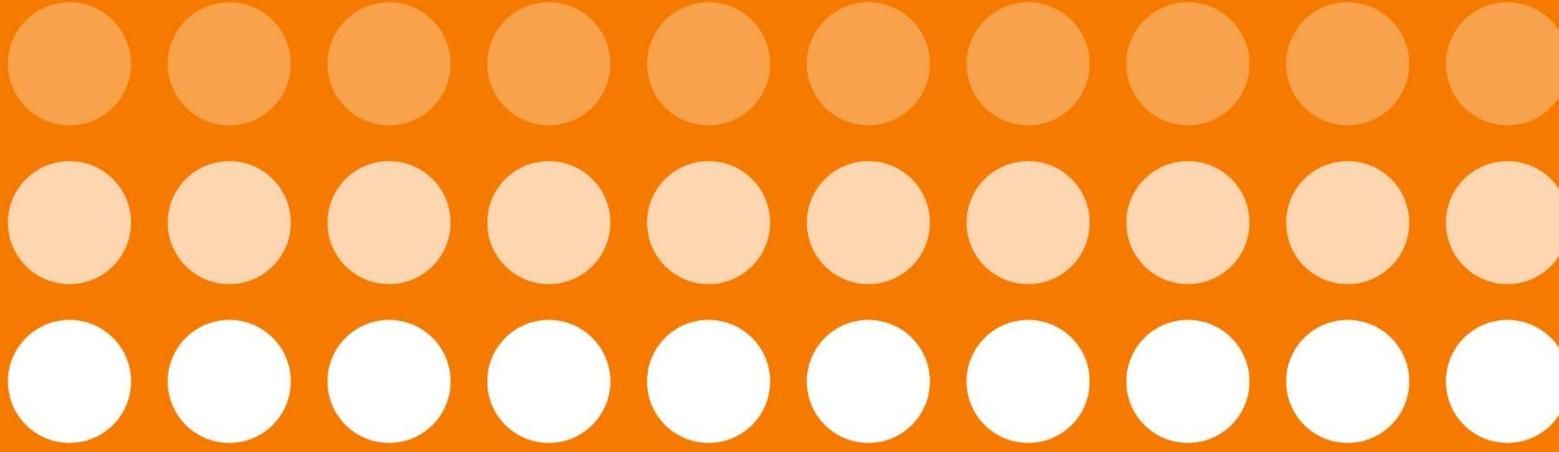
Nuevamente presentamos con entusiasmo el Informe de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación. El informe es resultado del trabajo dedicado, permanente y riguroso del equipo humano del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) y de la colaboración de múltiples entidades, organizaciones y personas que hacen parte del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTel), y se suman al esfuerzo de construir una batería de información que nos permita caminar por la senda de las decisiones y las políticas públicas basadas en evidencia. Encontramos este año el resultado de la medición de las inversiones en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) y en Investigación y Desarrollo (I+D), que por cierto cuentan con certificación de calidad estadística otorgada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), que reflejan un estancamiento en el crecimiento de los esfuerzos nacionales por invertir en este sector y que se convierten en un llamado para las conversaciones de política pública ahora que se avecina el inicio de un nuevo gobierno nacional.

El informe presenta indicadores en formación y capacidades de investigación que muestran la potencia que tiene Colombia para crecer apalancada en proyectos de base tecnológica y/o aportando a las áreas de innovación del sector productivo nacional. De manera complementaria, el Atlas del Conocimiento para Colombia (atlasdelconocimiento.ocyt.org.co) es una herramienta poderosa para navegar las capacidades territoriales y explorar con lujo de detalles las posibilidades efectivas existentes en un lugar específico así como una visión a las redes existentes de colaboración de corto, mediano y largo plazo con otros países, sus universidades y centros de investigación. La productividad académica se explora en el capítulo de bibliometría y continúa creciendo como lo hace desde hace varios años, también lo hacen las publicaciones en inglés, mientras se ralentiza el crecimiento de las publicaciones en español y se mantiene la diversidad de los tópicos de las publicaciones, pero continúa la caída de las citas y se abren interrogantes sobre la pertinencia o las nuevas formas de uso de las publicaciones. Esta situación requiere conversaciones a fondo que permitan delinear nuevos incentivos a la productividad académica, incorporar una mayor diversidad a los productos que se les da valor en el quehacer científico modificando posiblemente los incentivos y pensar si es posible incorporar nuevas métricas acordes con las necesidades y deseos contemporáneos del Sistema Nacional de CTel, en particular en relación con las discusiones alrededor de la ciencia abierta. En materia de innovación la conversación se desarrolla en los capítulos finales donde es evidente que hay un crecimiento de los indicadores de innovación por empresa y también crece el

conjunto de empresas innovadoras, pero en valores absolutos aún el número de empresas innovadoras o las patentes de colombianos siguen siendo exiguas y no se consolidan como una fuente robusta de crecimiento e impacto a la totalidad de la economía colombiana. La tarea no se ha logrado materializar y el camino es muy largo para empezar a consolidar una economía basada en la productividad de los factores, la innovación y la tecnología en lugar de las precarias condiciones de producción que tienen la mayor cantidad de unidades económicas en el país.

Es así como el reto es grande y la responsabilidad recae sobre todos nosotros, actores interesados en la profundización de los procesos científicos, tecnológicos y de apropiación social de la ciencia en nuestra sociedad, y especialmente en nuestro principal timonel: El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Hemos aplaudido su creación, hemos sido pacientes con los procesos de acomodo necesarios en una fase de organización inicial y hemos observado como las personas que han ocupado los cuadros directivos no han logrado afianzar un proyecto científico-tecnológico que conviertan a la política pública ministerial en una caja de resonancia poderosa para la transformación de la economía y de la sociedad. Lamentablemente hemos visto tareas incompletas, presupuestos reducidos y no ejecutados y programas que no han logrado los impactos que se trazaron en su diseño. Esto no quiere decir que no creamos que la potencia existe pero si esperamos que los indicadores y la juiciosa lectura de los mismos se convierta en un llamado basado en evidencia, y no una simple opinión, a la responsabilidad que debemos asumir para que los recursos públicos puedan catalizar transformación productiva de profundidad como lo ha mencionado en reiteradas ocasiones la reconocida economista Mariana Mazzucato en su argumentación sobre los retos que tienen economías en transición como el caso de Colombia. Esperamos seguir contribuyendo a la construcción del conocimiento del sector junto con el grupo de universidades, centros de investigación, asociaciones y organizaciones que nos apoyan permanentemente. Deseamos ser parte de las conversaciones que nos lleven a una mejor política pública en CTel, a fortalecidas acciones por parte de las empresas en materia de innovación, así como a robustos procesos de apropiación, que posibiliten el cambio de la sociedad a nuevas formas de imaginar y construir nuestro futuro.

Diego Silva Ardila
Director Ejecutivo OCyT
dsilva@ocyt.org.co



CAPÍTULO 1

INVERSIÓN

Capítulo 1 · Inversión

Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación – ACTI en Colombia, ¿Cómo avanzamos? ¿Qué podemos esperar?

Autores: Andrea Guevara Rey, Zully Marlibe Niño

Introducción

La actividad científica es reconocida ampliamente como mecanismo para impactar las economías nacionales brindando herramientas para la mejora de los sistemas productivos, sociales, económicos, ambientales, educativos, entre otros; conduciendo a la mejora de las condiciones de vida de la sociedad; a través de la generación y difusión de conocimiento.

Desde hace varias décadas, a nivel internacional y en el país, se ha buscado medir de diferentes modos la actividad científica, en particular, la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D); este indicador se ha usado como medida del esfuerzo que hacen los países para generar y/o difundir nuevo conocimiento, permitiendo la obtención de condiciones que impacten la competitividad, productividad y el desarrollo económico. Como se ha expuesto en la literatura, existe cierto consenso en la relación entre el desarrollo económico y social, la generación de empleo, competitividad internacional y las inversiones en ciencia y tecnología (Melo Maricato & Macêdo, 2022).

Con el fin de generar una comparativa de resultados frente a la investigación y desarrollo que se realiza a nivel global, hace más de 50 años la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), desarrolló el manual de Frascati como una guía práctica en la elaboración de Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, con el fin establecer un lenguaje común para comparar las estadísticas en los diferentes mercados y generar discusión sobre las estrategias utilizadas para sumar esfuerzos y contribuir a la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel). (OCDE, 2015).

En Colombia, con la participación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) en el año 2002, se desarrolló una metodología para el cálculo de los indicadores de inversión en Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación (ACTI), con el fin de identificar los gastos en CTel de las entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTel). Esta metodología ha venido aplicándose y actualizándose desde 2007 por parte del OCyT, de acuerdo con las necesidades de información identificadas, permitiendo contar con unos indicadores de inversión en ACTI para la serie 2000 – 2021 (disponibles en nuestro portal de datos <https://portal.ocyt.org.co/>)

El objetivo del presente análisis es identificar los avances en la inversión en ACTI que se han dado en el país, utilizando como insumo los indicadores producidos por OCyT en comparación con las metas de inversión fijadas en la política pública a través de los Planes Nacionales de Desarrollo (PND) de la última década (2012 – 2021). Para el desarrollo del mismo se incluyen 3 apartados, el primero de ellos presenta de manera breve los objetivos fijados en los PND en cuanto a la inversión y la orientación de la misma; en el segundo apartado se exploran los datos de inversión efectivamente realizada para el periodo de estudio y, por último, se presentan las lecciones aprendidas y conclusiones.

Inversión en ACTI desde la política pública

Desde la la política pública, la inversión en ACTI, se ha considerado como uno de los pilares más importantes para contribuir al progreso social, productivo y sostenible de la nación, por tanto, se han generado diversas estrategias para promover el crecimiento económico a través de la ciencia y la tecnología, con el fin de fortalecer la competitividad y productividad de forma sostenible. Es así como se han incluido metas de inversión en ACTI, junto a orientaciones para alcanzarlas en los PND; en cada plan el gobierno al mando expone un diagnóstico, fórmula un plan de acción y fija metas, incluidas las de inversión.

En los últimos tres periodos presidenciales, las metas de inversión en ACTI se han establecido usando como referencia los datos de países de América Latina como Brasil, Chile y Argentina, que en promedio superan a la inversión en Colombia, y por supuesto los referentes de las mediciones de los países de la OCDE.

Uno de los indicadores utilizados para hacer seguimiento a las inversiones en CTel es el denominado “Inversión en ACTI como proporción del PIB¹”, entendiéndose este como el resultado de los recursos destinados a la ejecución de actividades de ciencias y tecnología en relación con el perfil económico del país. La **Tabla 1** presenta de manera condensada las metas y logros de inversión en ACTI de los PND del periodo de análisis, posteriormente se relacionan las estrategias fijadas en cada uno de ellos.

Tabla 1. Metas de Inversión en ACTI como porcentaje del PIB, de acuerdo con el PND, 2010 – 2022

INVERSIÓN EN ACTI CON RESPECTO AL PIB			
Plan Nacional de Desarrollo	Base	Meta	Logro
PND 2010 – 2014	0,41%	0,70%	0,53%
PND 2014 – 2018	0,53%	1,0%	0,67%
PND 2018 – 2022	0,67%	1,50%	1,02%

Fuente: Elaboración propia a partir de: Departamento Nacional de Planeación (2011, 2015, 2018)

A continuación, se presentan los programas, estrategias y métodos utilizados en cada plan, para lograr el cumplimiento de las metas en inversión planteadas por periodo.

PND 2010 - 2014. “Prosperidad para todos”

En el PND 2010 - 2014, se planteó incrementar la competitividad empresarial mediante las “Locomotoras de Crecimiento”, donde se encontraban incluidos las actividades de innovación relacionadas con: productividad, educación, sostenibilidad ambiental, competitividad, desarrollo de alta tecnología y resiliencia, como herramienta a largo plazo, para favorecer el desarrollo y la capacidad de producción en mercados internacionales, fomentando la cultura de la innovación como valor agregado en los bienes y servicios ofertados en los emprendimientos y nuevos vínculos entre los sectores privados y públicos (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

Siendo la capacidad de innovación el enfoque principal de inversión en el PND del periodo del 2010 al 2014, se determinó que a través del financiamiento, formación y organización se lograba aumentar la inversión, el conocimiento y productividad. En el año 2012 se

¹ Producto Interno Bruto (PIB)

introdujeron cambios en la administración de las regalías obtenidas de la explotación de recursos naturales no renovables y se creó el Sistema General de Regalías (SGR²) de manera que se originó el Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación (FCTel) al cual se le asignó el 10% de los ingresos del SGR.

Los recursos del FCTel serían asignados por convocatorias públicas a proyectos de I+D, formación de nuevos investigadores y apropiación del conocimiento, del mismo modo, los fondos de investigación en salud serían asignados desde el Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnologías e Innovación (Colciencias) ahora Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (MinCiencias) y también por el Ministerio de la Protección Social, luego se fortalecerían los incentivos tributarios y de participación con el fin de promover la inversión privada y la cooperación académica en CTel (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

Por otra parte, se propuso enfatizar en la formación calificada para las áreas que vincularían la productividad y la academia, a fin de promover la apropiación en innovación, es así como se planteó la creación de diferentes programas para la formación en maestrías y doctorados.

Además, se estableció incrementar los recursos para el Programa de Generación Bicentenario, que otorgaría 1.000 becas para doctorados, ampliar la cobertura del Programa de Jóvenes Investigadores, y permitir el intercambio en las pasantías por medio de acuerdos entre países, robusteciendo la capacidad de investigación en CTel según los lineamientos estratégicos de desarrollo del país (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

En el informe de rendición de cuentas del 2014 el Departamento Nacional de Planeación (DNP), informó que (2014).:

1. El resultado de las diferentes fuentes de financiamiento fue de 6.6 billones de pesos invertidos en CTel.

² Los ingresos del SGR permiten la financiación de: Proyectos para el desarrollo social, económico y ambiental de las entidades territoriales; al ahorro para su pasivo pensional; para inversiones físicas en educación, para inversiones en ciencia, tecnología e innovación; para la generación de ahorro público; para la fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos y conocimiento y cartografía geológica del subsuelo (Congreso de Colombia, 2011).

2. Se obtuvieron diferentes articulaciones entre empresas, cámaras de comercio e investigadores.
3. Se crearon diferentes programas de financiación y promoción de inversión e innovación.
4. Se realizó la estructuración reglamentaria para la aplicación a programas de financiamiento con recursos del FCTel que aprobó 249 proyectos hasta el 2014, 296 empresas fueron beneficiadas con programas de innovación de las cuales 268 empresas recibieron beneficios tributarios por invertir en I+D.
5. Se estipuló la primera política de innovación social en Colombia, aun así, se logró el avance en un 0,12% con respecto al PIB y a la base, pero se incumplió con la meta establecida en el plan (**Tabla 1**).

PND 2014 - 2018. “Todos por un nuevo país”

En el año 2014, a partir del informe “OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia 2014” el DNP identificó los focos que carecían de fortalecimiento y que generaban un rezago en CTel para el país, en comparación con Brasil, Uruguay y Argentina; entre las falencias que sobresalían encontraron que (Departamento Nacional de Planeación , 2015):

- La formación de alta calidad focalizada en áreas de la ciencia como la ingeniería, matemáticas, ciencia, tecnología e innovación era muy baja, ya que el país contaba con 0,4 investigadores por cada 1.000 habitantes.
- Los Centros de Investigación en CTel contaban con enfoques que no permitían la conectividad entre los sectores, empresariales, académicos y de investigación.
- Además, teniendo en cuenta que el lineamiento estratégico para incrementar la productividad tiene como base la vinculación entre la academia y el sector empresarial, se encontró la incongruencia en las que las investigaciones desarrolladas por las universidades no lograban una posición en el mercado debido a que la ley estipula que las entidades sin fines de lucro no deben de generar bienes y servicios con fines que puedan generar una ganancia.

Tras la identificación y priorización de aspectos a mejorar a partir del informe y los resultados del anterior plan se dispusieron cuatro estrategias para cumplir con los objetivos propuestos en continuación de la línea de gobierno 2014 al 2018 (Departamento Nacional de Planeación , 2015):

1. Desarrollar un sistema e institucionalidad habilitante para la CTel, teniendo en cuenta los nuevos desafíos en investigación, avances tecnológicos e innovación empresarial impulsando la independencia en apropiación del conocimiento y financiamiento con recursos privados, por lo que a partir de estos enfoques se planteó focalizar los recursos del FCTel en proyectos de alto impacto, incentivar la inversión privada en ACTI y progresar en la capacidad de gestión para el diseño y evaluación de políticas públicas en CTel.
2. Reforzar la capacidad para realizar investigación básica y de calidad de alto impacto generando nuevo conocimiento, que fuera aplicable y transferible entre sectores, mediante el aumento del recurso humano, la producción científica, la consolidación y especialización de infraestructura en CTel, y la promoción en transferencia de tecnología y conocimiento.
3. Adquirir participación de las empresas con el propósito de ampliar la demanda de soluciones a través de la gestión en capacidad y de financiamiento en innovación, utilizando el instrumento de propiedad intelectual para fomentar el emprendimiento.
4. Trabajar en la cultura científica en jóvenes y niños, apoyar la formulación de nuevos emprendimientos con enfoques de invención y propiciar escenarios de interacción entre los ciudadanos y la CTel.

En el balance de resultados, evaluando cada uno de los anteriores puntos se obtuvo que, en el desarrollo de un sistema e institucionalidad habilitante para la CTel, la fuente principal de la inversión en ACTI fue el sector privado con el 69,93% de participación, en el 2018 se aprobaron 300 proyectos empresariales para deducciones tributarias cumpliendo con la meta 100% en cupo para otorgar los beneficios por realizar inversiones en CTel; no obstante, solo se logró el 0,67% del 1% establecido como meta de inversión en ACTI con respecto al PIB (**Tabla 1**).

En ese mismo año se ratificaron tres políticas, la primera establece los lineamientos en la Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible llamado El Libro Verde. La segunda norma es la Política de Ética, Bioética e Integridad Científica que

desarrolla los parámetros mínimos aplicables en todas las áreas de ciencia sobre la cultura, buenas prácticas y pertinencia en la generación, aplicación y transferencia de la CTel; y la última política fue llamada Ciencia Abierta, la cual contiene los componentes para el desarrollo de ciencia teniendo en cuenta la cultura científica y su aplicabilidad como un bien público (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

Otros resultados que se destacaron en el balance fueron (Departamento Nacional de Planeación, 2018):

- El otorgamiento de 1.922 becas y también créditos becas por medio de los programas de Colfuturo, Fullbrighth y TIC.
- El incremento de la producción científica con 6.640 artículos de alto impacto y con 37.155 artículos de investigadores colombianos en diferentes áreas.
- La aprobación de 18 licencias tecnológicas proporcionadas en diferentes áreas como en la transferencia de tecnología por medio de la Oficina de Transferencia de Resultados de Información (OTRI).
- El registro de 1.478 nuevas empresas asociadas programas de innovación e investigación.
- El apoyo desde Colciencias a 7.342 empresas en procesos de innovación.
- El apoyo a 382.722 niños y jóvenes, en el año 2018, apoyaron por medio de mecanismos como el Programa Onda, Jóvenes Investigadores y Colombia BIO.

PND 2018 - 2022. "Pacto por Colombia, pacto por la equidad"

El Pacto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación fue una de las líneas transversales del Plan de Desarrollo Nacional del 2018 al 2022, sus objetivos principales estaban basados en el crecimiento de la inversión pública y privada, el aprovechamiento del recurso humano con doctorados, el incremento de interacciones entre las universidades y las empresas, y el fortalecimiento de la innovación (Departamento Nacional de Planeación, 2021).

En este pacto se plantearon nuevos retos y metas con el propósito de promover la ciencia con niveles calificados en innovación, para generar soluciones fundamentadas en el conocimiento que logran cambiar las realidades de diferentes sectores rumbo a la Ruta 2030; principalmente se buscaba duplicar los acuerdos de transferencia tecnológica entre universidades y empresas por medio de un marco regulatorio que permitiera aprovechar los productos y aumentar la oferta en mercados con nuevas industrias. Como resultado se logró un avance del 83,05% sobre la meta cuatrienal logrando 49 acuerdos, de los cuales 21 de ellos fueron impulsados en el año 2021 por medio de las diferentes convocatorias de emprendimiento con bases en CTel (Departamento Nacional de Planeación, 2021).

Otros resultados destacados fueron (Departamento Nacional de Planeación, 2021) :

- El otorgamiento de 2.751 becas y créditos beca para la formación de doctores, obteniendo un avance del 74,76% sobre la meta de 3.680
- La realización de diferentes vinculaciones entre la investigación y la comunidad estudiantil desde el programa de jóvenes investigadores, formando diversos grupos de investigación y superando la meta de 2.440 jóvenes aliados.
- La medición de la capacidad de innovación de las entidades territoriales, mediante el cálculo del Índice Colombiano de Innovación Pública (ICIP), con base en la participación de 50 entidades de orden nacional que también hicieron parte de las actividades de formación en innovación liderada por la Escuela Superior de Administración Pública.

En cuanto a la inversión en ACTI, la meta era duplicar la inversión en los sectores públicos y privados llegando a un 1,50% como proporción del PIB, para la inversión en I+D se fijó llegar al 0,70% con respecto al PIB. Los resultados de esta meta se observarán en el siguiente apartado.

Adicionalmente en el año 2019, La Misión de Sabios sugirió al gobierno en curso, aumentar la inversión en I+D al 1% y ACTI en 2%, ambos con respecto al PIB, mencionando puntos claves de inversión y de sostenibilidad, como lo es mantener el porcentaje del 10% de inversión desde el SGR para el FCTel, incrementar los programas de apoyo para las entidades pertenecientes al SNCTel, fomentar el emprendimiento y la exportación de productos; además, crear una política de fortalecimiento y soporte para los centros de desarrollo tecnológico de investigación con el fin de entrelazar esfuerzos

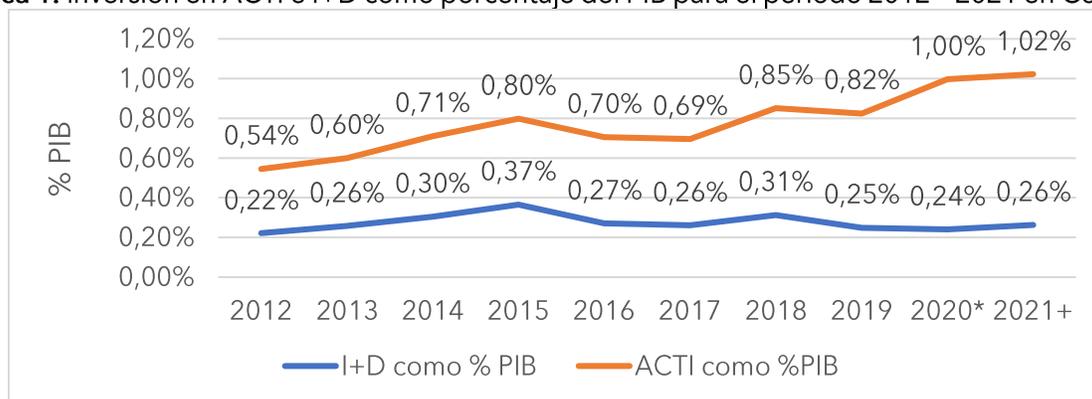
con el sector académico y el productivo, maximizando resultados, lo que permitiría el cumplimiento de las metas garantizando que en el 2030 se dé una inversión 1,50 % para I+D y de 2,50% en ACTI con respecto al PIB, según proyecciones (Misión de Sabios, 2019).

Inversión en ACTI e I+D desde los indicadores

Los datos presentados a continuación se obtuvieron a partir del uso de la metodología aplicada por el OCyT desde el año 2007, que ha permitido la construcción de las series de los indicadores de inversión en ACTI e I+D para la serie 2000 – 2021, sin embargo, para facilidad de lectura solo se presentan datos para el periodo 2012 – 2021, la serie completa puede consultarse en el portal de datos del OCyT o en el micrositio de la operación (<https://inversion.ocyt.org.co/>). Estos indicadores se construyen teniendo en cuenta la ejecución que las diferentes entidades del SNCTel han llevado a cabo durante el año de medición.

Como se mencionó anteriormente, la inversión en ACTI e I+D como porcentaje del PIB es uno de los indicadores usados, tanto a nivel internacional como nacional, para hacer seguimiento a la actividad del Sistema de CyT, así como a la política pública. En la **Gráfica 1** se puede observar el comportamiento de esta inversión para el periodo 2012 – 2021.

Gráfica 1. Inversión en ACTI e I+D como porcentaje del PIB para el periodo 2012 – 2021 en Colombia



Fuente: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) – Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2012 – 2021

Cálculos: OCyT

Nota: *Cifras 2020 provisionales; +cifras 2021 preliminares.

En la última década (2012 – 2021) la inversión en ACTI ha aumentado gradualmente, acumulando un 0,50 % con respecto al PIB desde el 2012. Para el último cuatrienio se han registrado las mayores inversiones en ACTI, iniciando en el 2018 con la mayor alza de la década, incrementando en un 0,16% en proporción al PIB con respecto al 2017 y la cual difiere en un monto equivalente a \$1.481.070,74³. Para el año 2021, las cifras presentadas superan el 1% del PIB (equivalentes a \$9.256.056,15)⁴, este comportamiento puede ser explicado por varios factores como:

- Reactivación de las actividades que debieron ponerse en pausa durante la pandemia, por ejemplo: trabajo con las comunidades, viajes de pasantías de investigación, entre otros.
- Nuevas alianzas entre las universidades y empresas.
- Avances en la consolidación de los Consejos Departamentales en CTel.
- El sector privado tiene la facultad de realizar la formulación y estructuración de proyectos de inversión, para ser presentados en las convocatorias del SGR⁵ y que posteriormente cumplido el ciclo de evaluación y aprobación podrá ejecutar los proyectos presentados con los recursos otorgados desde el FCTel.

Sin embargo, la inversión en ACTI (1,02%) continua por debajo de la meta establecida en el Pacto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación del Plan Nacional de Desarrollo del 2018 – 2022 (1,50%).

En relación con la inversión en I+D, los recursos destinados a esta actividad, aunque han tenido alzas y bajas, se han mantenido relativamente constantes alrededor del 0,25% del PIB, sin embargo, la I+D ha perdido participación dentro de las ACTI (ver **Gráfica 2**). Este hecho debe resaltarse, a razón de que la I+D se ha convertido en una unidad de comparación usado entre los países de la OCDE para medir sus esfuerzos de producción y difusión de nuevo conocimiento. Para el caso colombiano, las inversiones en I+D han venido disminuyendo desde el 2012 con un 40,69% hasta 2021 con un 25,71%, es decir que para los últimos 10 años se ha generado una diferencia del 14,98% (Ver **Gráfica 2**), en cuanto al crecimiento de las ACTI se puede relacionar con el aumento de inversión en

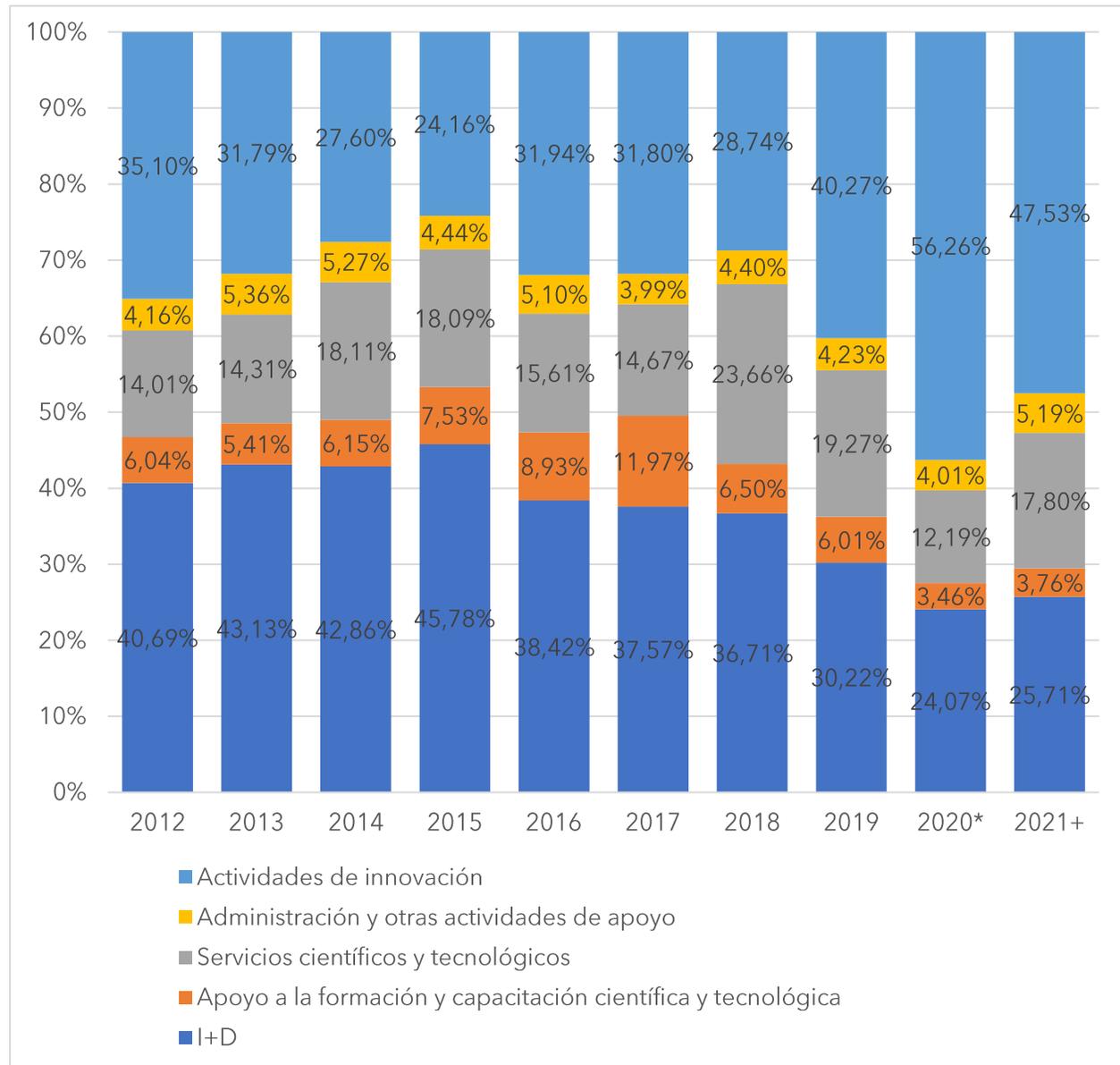
³ Cifras presentadas en millones de pesos de 2015 para permitir las comparaciones.

⁴ Es importante resaltar que para esta medición se incluyeron, además de las fuentes de información tradicional, algunos de los recursos aprobados mediante los instrumentos denominados como “incentivos tributarios” por parte del Consejo Nacional de Beneficios Tributarios, esta inclusión se explica más ampliamente en el apartado metodológico.

⁵ Ley 2056 de 2020. Por la cual regula la organización y el funcionamiento del sistema general de regalías.

innovación, representado principalmente por las actividades llevadas a cabo desde el sector empresarial (Ver **Gráfica 3**)

Gráfica 2. Inversión en ACTI por tipo de actividad, 2012 – 2021

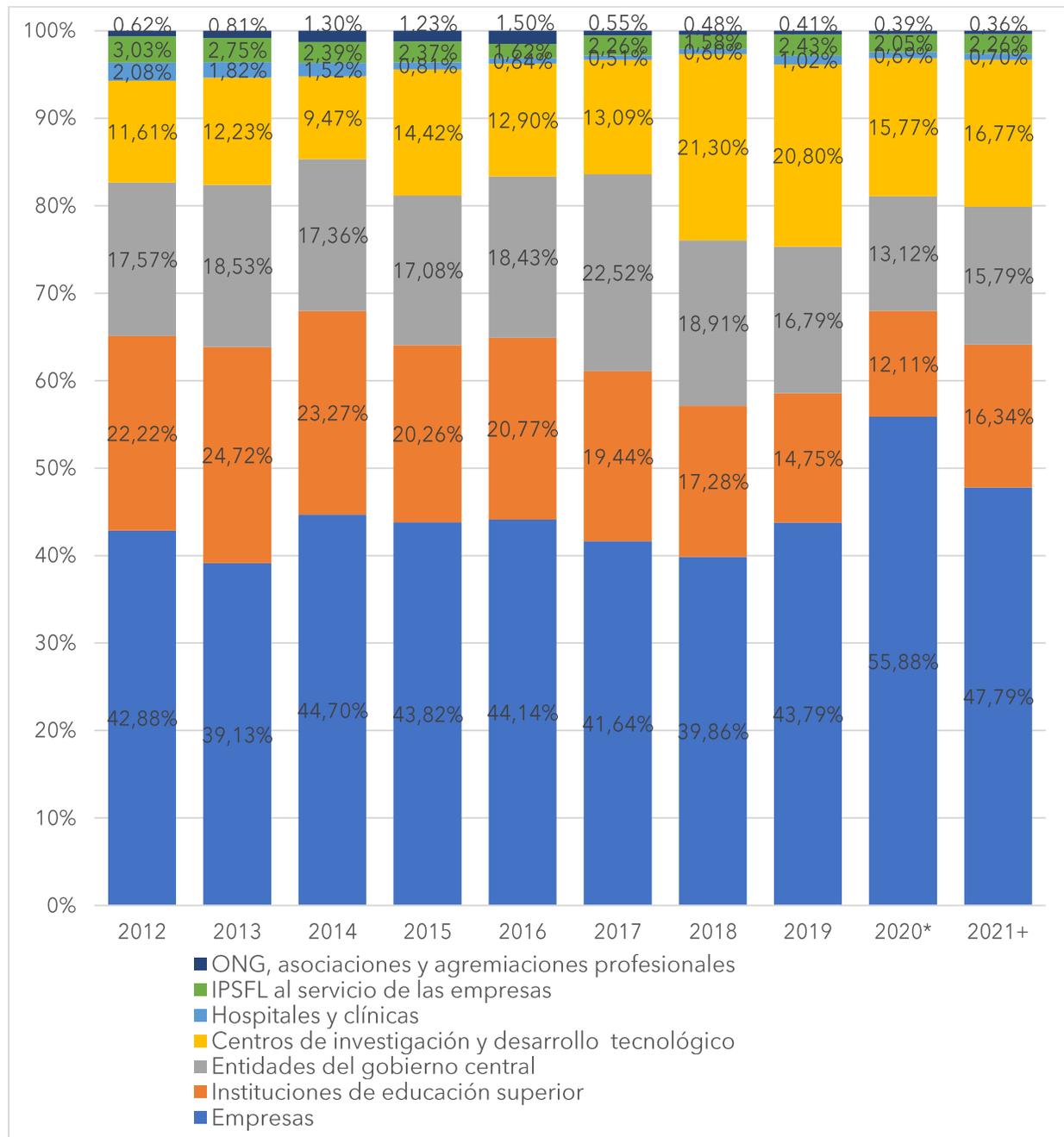


Fuente: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2012 – 2021

Cálculos: OCyT

Nota: *Cifras 2020 provisionales; +cifras 2021 preliminares.

Gráfica 3. Inversión en ACTI por tipo de entidad ejecutora, 2012 – 2021



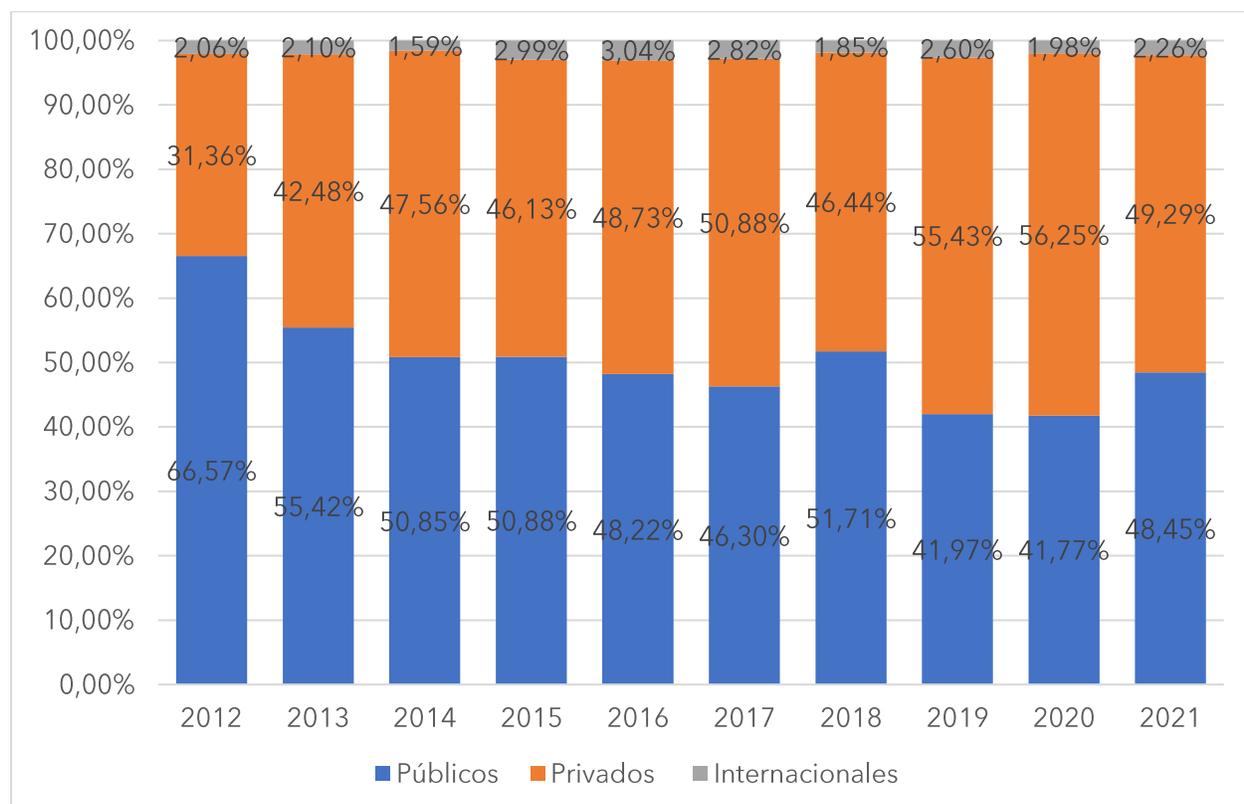
Fuente: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2012 – 2021

Cálculos: OCyT

Nota: *Cifras 2020 provisionales; +cifras 2021 preliminares.

En cuanto a la financiación de las ACTI y la I+D de acuerdo con el origen de los recursos, aunque se tiene la percepción de que se lleva a cabo principalmente con recursos públicos (y eso mostraban las cifras en principio), para la serie observada en este documento esta composición cambia, tanto para la I+D como para las demás ACTI ha venido siendo el sector privado el que ha movilizado recursos importantes para la ejecución de estos. A pesar de que para la última década se incluyeron los recursos del SGR-FCTel (ahora denominados como Asignaciones para la ciencia, tecnología e innovación) como una “nueva” fuente de recursos para impulsar la CTel, al parecer se convirtieron en recursos que sustituyeron otras fuentes públicas y no vinieron a sumar nuevos impulsos, por el contrario, se ha venido reduciendo la proporción, tanto de ACTI como de I+D, financiada con recursos públicos (Ver **Gráficas 4 y 5**).

Gráfica 4. Financiación de las ACTI por tipo de recurso, 2012 – 2021



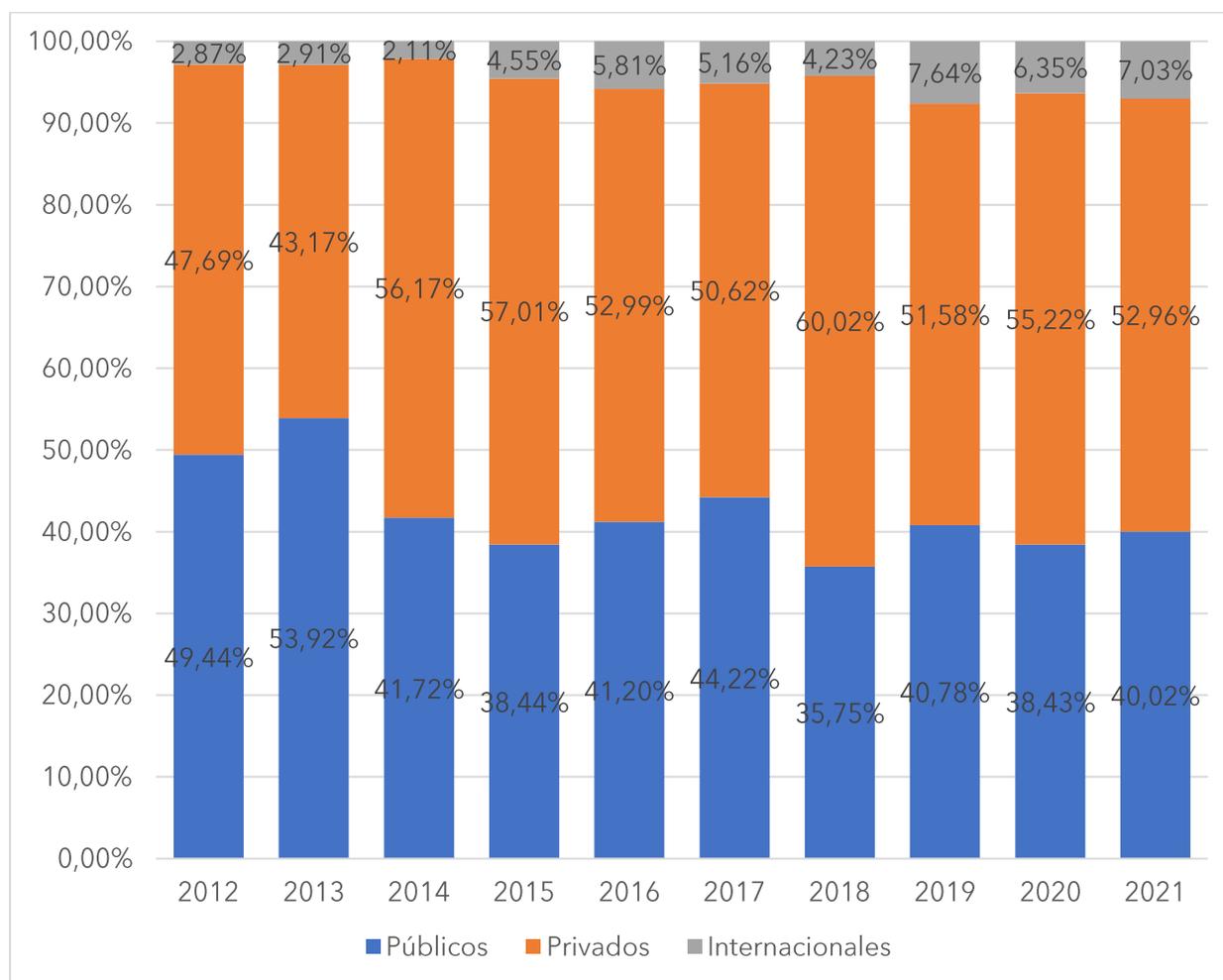
Fuente: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2012 – 2021

Cálculos: OCyT

Nota: *Cifras 2020 provisionales; +cifras 2021 preliminares.

Esta recomposición del origen de los recursos destinados tanto a las ACTI en general, como a la I+D en particular, va en concordancia con una de las estrategias de política pública impulsada en los últimos gobiernos que pretende promover una mayor financiación privada en estas actividades a través de mecanismos como los incentivos tributarios, que buscan por diferentes medios incentivar la participación, principalmente del sector empresarial a través de deducciones de impuesto sobre la renta o extensiones del Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA), entre otros.

Gráfica 5. Financiación de la I+D por tipo de recurso, 2012 – 2021



Fuente: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2012 – 2021

Cálculos: OCyT

Nota: *Cifras 2020 provisionales; +cifras 2021 preliminares.

ACTI en las regiones

Al observar los datos a nivel territorial (las series del OCyT están disponibles a para los 32 departamentos y Bogotá D.C.), se evidencia que en muchos de ellos todavía no se cuenta con entidades del SNCTel que realicen actividades de ciencia, tecnología e innovación, y que como en muchos otros indicadores las primeras posiciones están asociadas con los departamentos que tradicionalmente tienen más acceso a recursos humanos, financieros, tecnológicos, de infraestructura, entre otros.

Para el año 2021, Bogotá con \$3.718.325⁶ cuenta con la mayor inversión en ACTI, representando el 40,17%⁷ de la inversión nacional, entre las ACTI se identifica que el aporte más alto de inversión se encuentra en innovación con un gasto en ejecución de \$1.846.578⁸, siendo el 49,66% de la inversión total que se hizo en la capital, cuyos mayores aportes fueron realizados por empresas y entidades gubernamentales (Ver **Gráfica 7**).

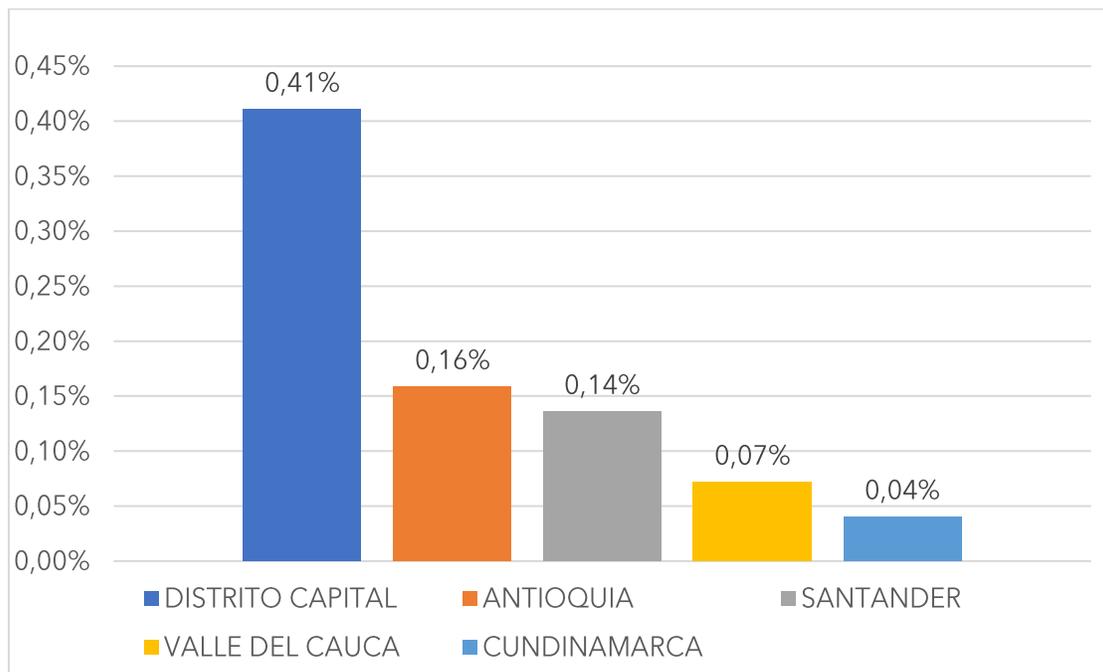
Seguidamente Antioquia con el 0,16% de inversión con respecto al PIB, siendo aproximadamente una tercera parte de la inversión de Bogotá (Ver **Gráfica 6**), realizó la segunda mayor contribución siendo de nuevo innovación la actividad con más inversión en el departamento dado que del total de inversión \$ 1.434.480⁸ el 58% fue destinado a la ejecución de actividades de innovación.

⁶ Cifras presentadas en millones de pesos de 2015 para permitir las comparaciones.

⁷ Es importante resaltar en este punto que Bogotá históricamente ha presentado una concentración de los datos, explicada por dos razones: i) las sedes principales de muchas entidades que tienen ejecuciones a nivel nacional están en Bogotá, por lo que si no se hace una adecuada desagregación de la información esta queda toda concentrada en esta ciudad; ii) para las últimas versiones de la EDIT y EDITS la información disponible no permite hacer una desagregación de los datos regionales de una manera más adecuada que dé cuenta de la actividad regional.

⁸ Cifras presentadas en millones de pesos de 2015 para permitir las comparaciones.

Gráfica 6. Departamentos con mayor inversión en ACTI como % PIB – 2021



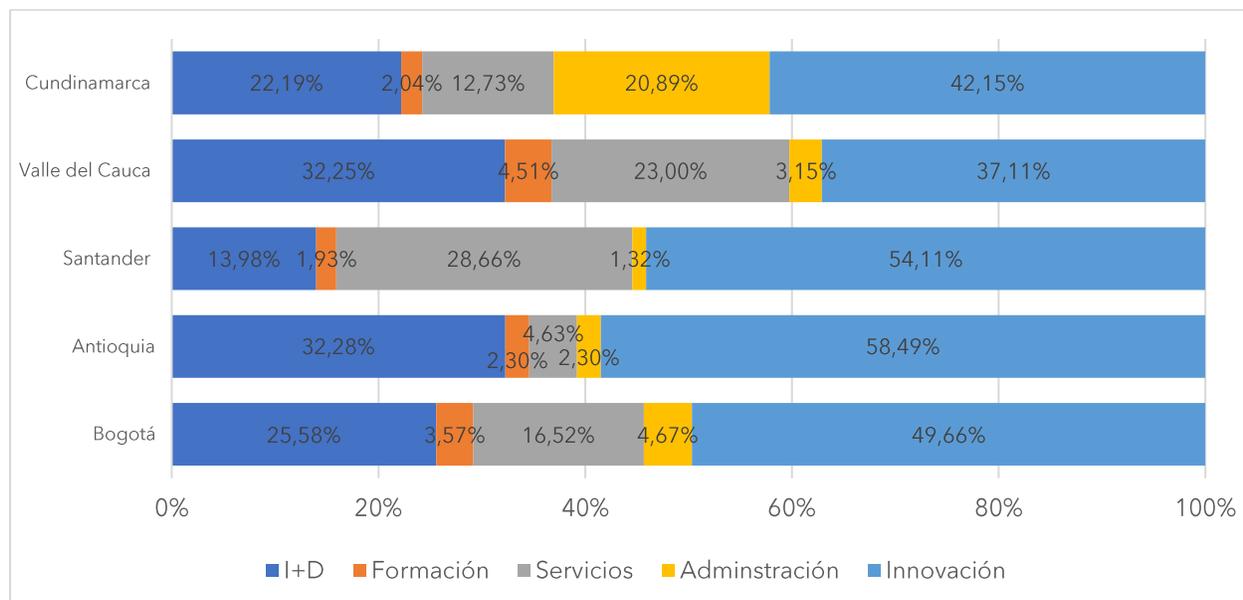
Fuente: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2021

Cálculos: OCyT

Nota: Cifras 2021 preliminares.

Cundinamarca es el quinto departamento con mayor inversión en ACTI con un 0,04% con respecto al PIB lo que representa una inversión total de \$364.175⁸.

Gráfica 7. Departamentos con mayor inversión por tipo de ACTI, 2021



Fuente: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2021

Cálculos: OCyT

Nota: Cifras 2021 preliminares.

Para los cinco departamentos, las mayores inversiones se realizaron para las actividades de innovación siendo el 37,11% del Valle del Cauca la inversión más baja y el 58,49% de Antioquia el porcentaje de inversión más alto con respecto al total de la inversión por departamento. En general se ve reflejado el enfoque del Pacto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, siendo evidente que las estrategias para el fortalecimiento de la innovación como medio de relacionamiento y solución entre los sectores académicos y empresariales se consolidaron.

Lecciones aprendidas

El revisar los datos generados por los indicadores de inversión en ACTI versus las metas fijadas en la política pública de la última década, nos permite encontrar diferentes oportunidades de mejora tanto en los indicadores como en las metas mismas y en los mecanismos que se han impulsado para lograrlas.

La medición correcta de los indicadores de inversión en ACTI e I+D nos permite hacer el seguimiento a las políticas públicas, al desempeño del SNCTel y del país en conjunto, así como deben ser usados como insumo fundamental para la toma de decisiones informadas, tanto a nivel público como institucional, por ello es fundamental que dichos indicadores cumplan con los atributos de calidad, pertinencia y oportunidad requeridos.

En este sentido, el OCyT ha venido trabajando en diferentes frentes, trabajo que busca la mejora continua de la información generada para el SNCTel y para el país así:

- Certificación de la operación estadística denominada “Estadísticas sobre cálculo de la inversión nacional en actividades de ciencia, tecnología e innovación”, conforme a los requisitos establecidos en Norma Técnica de la Calidad del Proceso Estadístico NTC PE 1000: 2020. Esta certificación junto a la inclusión de esta dentro del Plan Estadístico Nacional, hacen de la información producida por el OCyT una **estadística oficial**.
- Participación permanente del OCyT en los espacios de discusión de la OCDE como el Grupo de Trabajo de Expertos Nacionales sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología (NESTI, por sus siglas en inglés), lo que permite estar al día en las discusiones metodológicas frente al desarrollo de indicadores y análisis cuantitativos.
- Trabajo conjunto con los actores del SNCTel para identificar nuevas necesidades de información, nuevas fuentes y mejora de los reportes de las ya usadas. Ejemplo de ello es lo llevado a cabo en la más reciente medición que permitió agregar al cálculo recursos movilizados a través del uso de los incentivos denominados “beneficios tributarios”⁹

Con ejercicios como estos se busca año a año mejorar la medición, pero manteniendo los criterios metodológicos de la misma, con el objeto de lograr series históricas consistentes que permitan las comparaciones y el seguimiento a la política de CTel de

⁹ La información referente a dicha inclusión puede ampliarse en la nota metodológica del presente capítulo.

manera eficiente. Las series históricas de la medición que ha llevado a cabo el OCyT pueden ser consultados en su portal de datos y/o el micrositio de la operación estadística disponibles a través de la página web <https://ocyt.org.co>.

Conclusiones

Al comparar los indicadores de inversión en ACTI con la meta del PND resulta evidente que el país aún está lejos de llevar a cabo las inversiones trazadas como objetivo (1,02% alcanzado frente al 1,50% fijado como meta). Esto constituye una invitación a seguir refinando los instrumentos que se han construido para la promoción de la inversión en ACTI, por ejemplo, si bien es cierto se ha llevado a cabo un esfuerzo en formular una serie de beneficios tributarios para la CTel, estos entran a “competir” con otros de los que se ofertan para el sector empresarial que resultan más atractivos.

Del mismo modo, aunque desde el 2012 se promueve la realización de ACTI a través de las Asignaciones para la ciencia, la tecnología y la innovación del SGR, muchas de las inversiones que se están llevando a cabo, sobre todo en el tema de formación de alto nivel, son inversiones a largo plazo, que pueden no apuntar directamente a la meta de medición, pero que constituirían el “ambiente” propicio para disponer de las capacidades de recurso humano para la realización de la I+D. Sin embargo, debe continuar fortaleciéndose los mecanismos para garantizar que dichas capacidades puedan ser aprovechables, encontrando un ecosistema de CTel donde puedan llevar a cabo sus procesos investigativos.

En cuanto a la inversión en I+D, para el año 2022 se hablaba de una cifra cercana al 0,26% del PIB¹⁰, frente al 0,70% como meta fijada en el anterior PND. Al acercarse a las entidades del SNCTel que tradicionalmente desarrollan este tipo de actividades se encuentra que la dificultad que persiste es el acceso a los recursos para el desarrollo de dichas actividades, pues se requieren inversiones en el largo plazo, que no garantizan la obtención de los resultados esperados (una de las características de la I+D es la incertidumbre) por lo que ante recursos limitados se enfocan los esfuerzos en otro tipo de actividades.

¹⁰ Es importante recordar que este dato es preliminar y suele ajustarse en las versiones posteriores de la medición.

Para el gobierno actual, la meta proyectada en las bases para el siguiente PND que se encuentra en construcción (2022 - 2026) es del 0,50%, sin embargo, aún no son muy claras las estrategias para alcanzar este porcentaje de inversión.

Se espera la publicación del próximo Plan Nacional de Desarrollo, con los lineamientos estratégicos y políticos que se desarrollaran durante los próximos cuatro años, con base a la tendencia de inversión que Colombia ha tenido en los últimos años, las metas de inversión en I+D y de ACTI no se han cumplido y teniendo en cuenta que las bases para la fijación de las anteriores metas fueron los resultados de países Latinoamérica, es sensato pensar que lo ideal sería reconocer y entender los sectores con mayor inversión a nivel nacional, para fortalecerlos y potenciar las posibles brechas que generan rezago en inversión.

La financiación desde el sector público es uno de los cimientos más importante que contribuyen a la generación de investigación y desarrollo en los diferentes sectores, es por esto que el incremento del rubro de inversión sería uno de los factores claves para la fijación de metas y formulación de estrategias, por otra parte la inversión del sector privado ha sido representativa en la ejecución de diferentes ACTI, potencializar este aporte de inversión con nuevas oportunidades, como la exportación de productos resultantes, apoyo en el desarrollo de la tecnología local y la promoción de investigaciones en producción, impulsaría el cumplimiento de metas y el crecimiento económico y social como país.

Bibliografía

- Congreso de Colombia. (18 de Julio de 2011). *Función Pública*. Obtenido de Acto Legislativo 5 de 2011: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43391#:~:text=Cr%C3%A9ase%20el%20Sistema%20de%20Monitoreo,ciudadana%20y%20el%20Buen%20Gobierno.>
- Departamento Nacional de Desarrollo. (2014). *Informe de rendición de cuentas 2014*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/DNP/Informe%20Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas%20%20DNP%202014.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación . (2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/pnd/pnd%202014-2018%20tomo%201%20internet.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación . (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022*. Obtenido de Pacto por Colombia, pacto por la equidad: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación . (2021). *Balance de resultados 2021*. Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad : https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Balance_Resultados_2021_vf.pdf
- Departamento Nacional de Planeación. (2011). Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND2010-2014%20Tomo%201%20CD.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND2010-2014%20Tomo%201%20CD.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Balance de Resultados 2018*. Obtenido de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Balance_Resultados_2018_VFinal.pdf
- Melo Maricato, J., & Macêdo, D. J. (2022). Influencia de los manuales de la OCDE y de la RICYT en la literatura científica y sus contribuciones para la construcción de indicadores de ciencia, tecnología e innovación. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 45.
- Misión de Sabios. (2019). *Transición Energética, Productividad y Sostenibilidad. Volumen 10*. Obtenido de Foco de energías sostenibles: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/volumen_10_mision_de_sabios_2.pdf

OCDE. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological*. París (Francia). doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

OCDE (2015), *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Publicado por acuerdo con la OCDE, París (Francia). DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

OECD/Eurostat (2018), *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

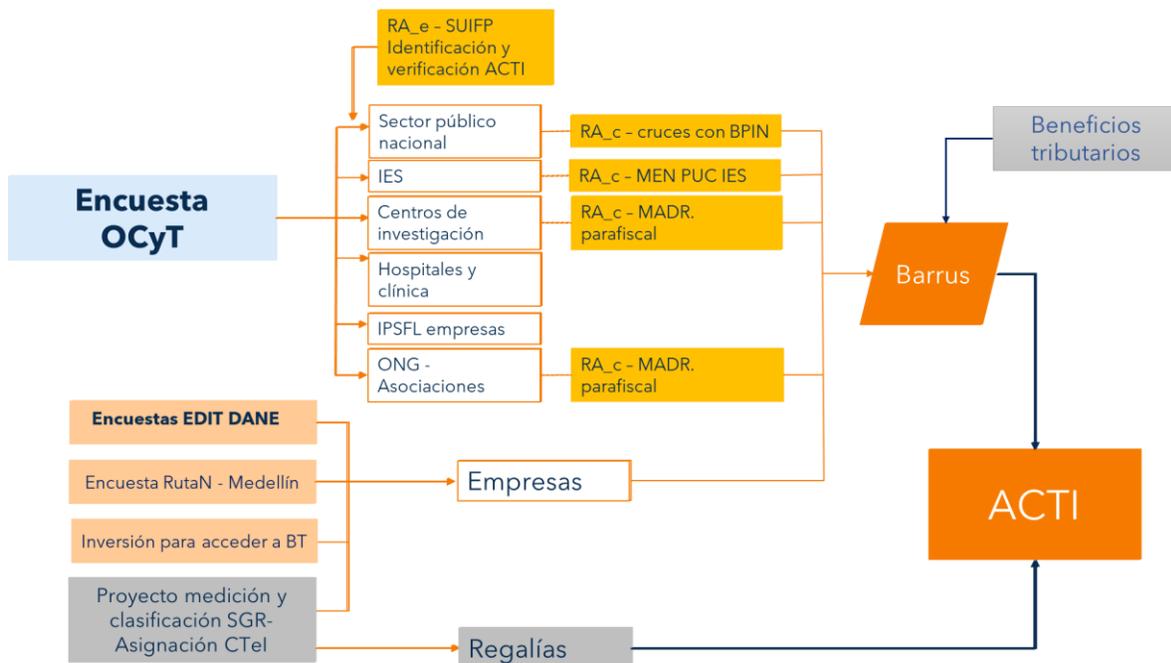
Nota Metodológica

La operación estadística denominada “Estadísticas sobre cálculo de la inversión nacional en actividades de ciencia, tecnología e innovación”, se lleva a cabo a través de un ejercicio de integración de fuentes primarias y secundarias tal como se presenta en la siguiente grafica Este proceso, que para el año 2022 llevo a cabo la medición con corte a 2021, implica (en todas sus mediciones anuales) que la serie ajuste los tres últimos años de esta debido a factores como:

- Ajuste de los datos reportados por las fuentes primarias
- Ajuste de datos como el PIB llevado a cabo por el DANE
- Publicación de datos de las fuentes secundarias más actualizados.

En la Figura 1, se relaciona el proceso de cálculo de la operación estadística con la respectiva relación de las fuentes primarias como la encuesta OCyT y fuentes secundarias tales como la inversión empresarial, regalías, y beneficios tributarios.

Figura 1. Proceso de cálculo de la inversión en ACTI, 2021



Fuente: OCyT, 2022

En esta medición, como parte del proceso de mejora continua, y resultado de trabajo conjunto entre la Presidencia de la República, MinCiencias, el DANE y el OCyT, para la identificación e inclusión de nuevas fuentes de financiación para las ACTI, se produjeron mesas de trabajo conjuntas, para evaluar la información disponible para la inclusión de los recursos correspondientes a los beneficios tributarios promovidos por el gobierno nacional para aquellas entidades que realizan ACTI y que no estaban siendo capturados a través de las fuentes de medición ya relacionadas.

Es así como en esta versión se incluyeron algunos de los recursos relacionados con los beneficios tributarios¹¹ aplicados efectivamente por las empresas (de acuerdo con el reporte de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, así como con las inversiones que dichas empresas llevaron a cabo para acceder al beneficio y que no estaban siendo reportadas a través de las encuestas del DANE (EDIT) de acuerdo con la información suministrada por estos últimos.

¹¹ En particular el beneficio denominado “Deducción y descuento tributario por inversiones en proyectos de ciencia, tecnología e innovación” que permite que las inversiones que se realicen en investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, “sean deducibles en el periodo gravable en que se realicen, siempre y cuando dichas inversiones cumplan con los criterios y condiciones definidos por el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en ciencia, tecnología e innovación – CNBT-. Dichas inversiones tendrán derecho de igual manera, a descontar de su impuesto de renta a cargo el 25% del valor invertido en el periodo gravable en que se realizó la inversión, siempre y cuando no supere el 25% del impuesto a pagar. En caso de excedentes o descuentos tributarios sin utilizar, el contribuyente podrá trasladarlos a las siguientes cuatro declaraciones de renta, según lo establecido en el artículo 258 del estatuto tributario” (Tomado de: https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion_transferencia/beneficios-tributarios/cuales-son).

Glosario

- **ACTI - Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación:** De acuerdo con el Manual de Frascati (OCDE, 2015), las actividades científicas y tecnológicas comprenden actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Incluyen actividades tales como:
- **I+D - Investigación y Desarrollo:** Comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones. Normalmente la I+D se desarrolla en proyectos de investigación, que incluyen tiempo, dinero, personal y productos específicos.
- **Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica:** Es la actividad mediante la cual la institución brinda a su personal una formación de alto nivel, con miras a alcanzar sus objetivos y finalidades.
- **Servicios científicos y tecnológicos:** Engloba las actividades relacionadas con la Investigación y Desarrollo (I+D) que contribuyen a la producción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos.
- **Administración y otras actividades de apoyo:** Son actividades de soporte a la I+D, adelantadas por entidades como ministerios, organismos de investigación, fundaciones y otros organismos sin ánimo de lucro para reunir, administrar y distribuir fondos de I+D a las entidades ejecutoras.
- **Actividades de innovación:** El Manual de Oslo (OECD/Eurostat, 2018) “Una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar, del trabajo o las relaciones exteriores”.

Abreviaturas

Colciencias: Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnologías e Innovación.

CTel: Ciencia, Tecnología e Innovación.

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DNP: Departamento Nacional de Planeación.

EDIT: Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica.

FCTel: Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación.

ICIP: Colombiano de Innovación Pública.

MinCiencias: Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OCyT: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

PIB: Producto Interno Bruto.

PND: Plan Nacional de Desarrollo.

SGR: Sistema General de Regalías.

SNCTel: Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.



Andrea Guevara Rey
Líder Área de Inversión

aguevara@ocyt.org.co

Economista de la Universidad Nacional de Colombia. Investigadora en temáticas relacionadas con capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel), en particular en la generación de indicadores y caracterización de la Inversión en ACTI. Con experiencia en la elaboración y cálculo de líneas base de indicadores sectoriales y regionales, además de gestión y ejecución de proyectos de CTel financiados a través de las asignaciones para ciencia y tecnología e innovación del Sistema General de Regalías – SGR. Vinculada al OCyT desde el 2010 donde se ha desempeñado como investigadora del Área de Inversión, miembro del Comité Editorial, Coordinadora del operativo de la “Encuesta de Inversión en ACTI”, capacitadora en temáticas como Vigilancia tecnológica, Línea Base de indicadores, y enlace para la “Encuesta nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación agropecuaria”, entre otros.

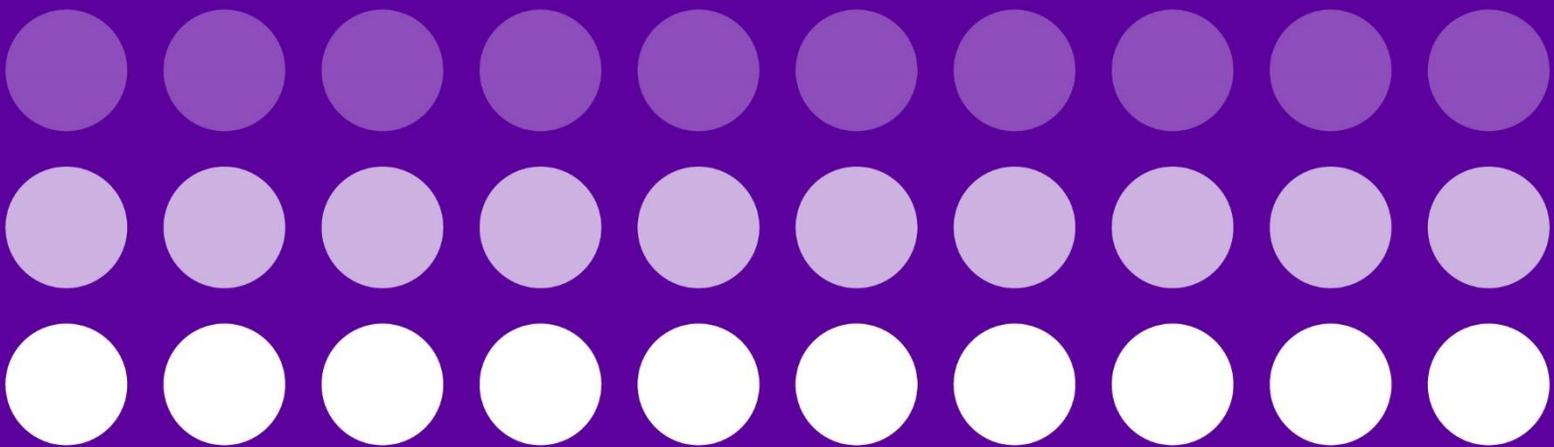
Es líder del área de Inversión en ACTI del Observatorio Colombiano de Ciencia y responsable de la operación estadística “Estadísticas sobre cálculo de la inversión nacional en actividades de ciencia, tecnología e innovación” certificada por el DANE y que provee las cifras oficiales del país para el Sistema Estadístico Nacional – SEN y desde donde trabaja para la mejora de los indicadores de inversión en ACTI, mediante el fortalecimiento de la relación con los diferentes actores del SNCTel para la adecuada identificación de las ACTI en las entidades, el reporte de la información de manera correcta y oportuna y la ampliación de la cobertura, especialmente a nivel regional.



Zully Niño Álvarez
Asistente Investigación
Inversión

znino@ocyt.org.co

Ingeniera ambiental de la Universidad Manuela Beltrán con experiencia en procedimientos de certificación bajo la Norma Técnica de Calidad del Proceso Estadístico (NTC PE 1000:2020) para el proceso estadístico de inversión en (ACTI) Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación y en producción Científica Bibliométrica, con facultades para brindar seguimiento en operaciones estadísticas, calcular y analizar indicadores en CTel, comprometida con sus labores y vocación ambiental que han tenido lugar en la ejecución de actividades sostenibles desde la participación voluntaria en diferentes escenarios locales.



CAPÍTULO 2
FORMACIÓN

Capítulo 2 · Formación

Recurso humano para Ciencia, Tecnología e Innovación

Autor: Alida María Acosta

Los desafíos del desarrollo sostenible requieren soluciones interdisciplinarias, que incluyan los diferentes métodos para modelar e interpretar las percepciones de la realidad. El conocimiento científico, la investigación guiada por la curiosidad, y la creación, junto con otras formas de conocimiento como las tradiciones, la experiencia y el sentido común, tienen el potencial para lograr un desarrollo continuado de la tecnología y la innovación para el bienestar de las sociedades y el medio ambiente.

En Colombia, la Misión de Sabios convocada por el gobierno en el 2019¹², reconoce y combina las diferentes formas de conocimiento, la investigación básica y la creación en cinco Misiones orientadas a promover el desarrollo manera escalable, replicable y sostenible de las comunidades urbanas y rurales del país:

Misión 1. El conocimiento y la innovación como generadores de equidad

Misión 2. Acceso de todos los colombianos a una educación de calidad

Misión 3. Conservación y uso sostenible del agua

Misión 4. Construir una bioeconomía y una economía creativa a partir de la diversidad biológica y cultural

Misión 5. Desarrollo de un modelo productivo, con reducido impacto ambiental, basado en la diversificación de la economía y las tecnologías convergentes

El logro de estos propósitos, según indican los expertos de la Misión de Sabios, está anclado en la educación como acción transversal a las cinco misiones para garantizar el

¹² La [Misión de sabios, 2019](#) es un grupo de expertos en diferentes áreas del conocimiento (ciencias y artes), convocados por el gobierno colombiano en 2019, quienes ad honorem trazaron una ruta para el avance de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia. Estos expertos, nacionales e internacionales, trabajaron por 12 meses organizados en ocho grupos, denominados focos a saber: Ciencias Sociales y Desarrollo Humano; Ciencias de la Vida y de la Salud; Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente; Océano y Recursos Hidrobiológicos; Ciencias Básicas y del Espacio; Energía Sostenible; Tecnologías Convergentes (Nano Info y Cognotecnologías)-Industrias 4.0, e Industrias Creativas y Culturales.

desarrollo de habilidades que preparen a la presente y futura generación para dar continuidad al proyecto de construir una Colombia basada en el conocimiento.

Este capítulo tiene como propósito presentar los indicadores asociados con la formación del recurso humano para ciencia, tecnología e innovación (CTel) por cuanto el aprovechamiento y fortalecimiento que se haga de este recurso impactará en el logro de las metas propuestas en cada una de las cinco misiones.

El recurso humano para CTel se puede organizar en dos tipos de personal, aquellos que ingresan al sector CTel por ruta ocupacional y los que ingresan ruta académica (Frascati,2015)¹³. En el grupo de quienes ingresan por ruta ocupacional, está el personal que sin haber tenido una educación formal para CTel contribuye al desarrollo de actividades de este sector. Sin embargo, dado que su afiliación como recurso humano solo se contabiliza para el período en que este personal esté ocupado en actividades de CTel, impide el registro sistemático de las características de este grupo, por lo tanto, esta población no es parte del análisis presentado en este capítulo.

Este capítulo, está dedicado a quienes ingresan al sector CTel por la ruta académica. Es decir, personal que, a través de educación formal, específicamente después de haber completado el ciclo de educación terciaria (programas técnicos, tecnológicos, pregrado, especialización, maestría o doctorado)¹⁴, el título certifica que ha adquirido las habilidades para hacer actividades de CTel, ya sean con acciones que conducen al desarrollo de nuevo conocimiento o al desarrollo de herramientas o procesos que permiten usar y aplicar el conocimiento.

Los indicadores para recurso humano aquí incluidos dan cuenta de: i) oferta de programas de formación por modalidad (presencial, distancia, virtual, dual y sus combinaciones) por nivel (pregrado, maestría y doctorado); ii) financiación, específicamente becas, para acceder a programas de alto nivel (Maestrías y Doctorados); iii) beneficiarios del programa Jóvenes investigadores, que busca promover las vocaciones científicas y del programa estancias postdoctorales que busca facilitar la

¹³ Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental, OECD Publishing, Paris/FEYCT, Madrid, <https://doi.org/10.1787/9789264310681-es>

¹⁴ Estos niveles corresponden a la propuesta hecha por la UNESCO en su clasificación internacional normalizada de la educación (CINE) adaptada para Colombia por el Departamento administrativo de estadística (DANE)

vinculación laboral de profesionales con doctorado; y iv) ingresos salariales por nivel de formación.

De acuerdo con la información disponible, se hace la desagregación de la información por sexo biológico (Mujer-Hombre) y en consistencia se habla de brecha de sexo y no de género. Esta decisión se ha tomado dado que el dato sobre género no está registrado de forma sistemática en las fuentes y en ocasiones se mezcla sexo biológico (Hombre-Mujer-Intersexual) con la identidad de género (binario, no binario, etc.).

El documento está organizado en tres secciones: población graduada, oferta de programas, y conclusiones. En la primera sección junto con el conteo de personas graduadas, se presenta su distribución por departamentos y por áreas de conocimiento. En la segunda sección, se abordan aspectos relacionados con la oferta de programas de educación superior, tales como la modalidad de acceso a programas, la relación entre nivel de formación y el ingreso salarial, los incentivos y financiación para la formación superior. El capítulo cierra con una sección de conclusiones.

Población graduada y programas de formación

En esta sección se presentan cifras asociadas con el número de personas que han completado un ciclo de formación y ha cumplido con los requisitos administrativos para recibir un diploma que acredita haber alcanzado el nivel de formación para el cual se matriculó, ya sea técnico, tecnológico, pregrado, especialización, maestría o doctorado. Comparado con el 2020, en el 2021 se observa un incremento del 19% en el acumulado de personas graduadas en Colombia de estos programas.

La **Tabla 1** relaciona el número de estudiantes graduados anualmente en Colombia entre el 2017 - 2021 según nivel de formación. De los años en la serie, el 2020 tuvo el más bajo número de personas graduadas, lo cual muy posiblemente pudo ser el resultado del impacto de la pandemia por COVID-19 en el sector educativo. Al respecto, por ejemplo, según cifras reportadas por asociación colombiana de universidades privadas (ASCOLDEP), en el 2021 las universidades tuvieron una deserción del 37%, cifra muy superior a la experimentada en años anteriores.

En todos los años, el acumulado de mujeres graduadas es superior al de hombres en todos los niveles de formación, excepto a nivel de formación doctoral y para formación técnica profesional, donde hay más hombres que mujeres graduados. En el 2021, las mujeres representaron el 38% del total de personas graduadas de doctorado en instituciones nacionales (936), una cifra inferior a la reportada en el 2020, donde las mujeres representaron el 40% de la población graduadas

Tabla 1. Graduados de Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas, por nivel de formación, 2017 - 2021
(Cifras en miles)

Nivel de formación	2017		2018		2019		2020		2021	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Técnica profesional ¹⁵	11,93	10,55	10,50	10,00	11,20	9,86	11,60	8,40	10,89	11,36
Tecnológica ⁴	63,46	70,30	62,85	67,83	69,04	73,23	46,64	48,65	59,03	67,49
Pregrado universitario	86,55	122,37	92,76	133,75	95,35	139,46	92,10	133,42	107,03	153,34
Especialización	29,61	41,19	30,38	41,37	30,53	43,26	30,00	41,36	34,88	47,83
Maestría	10,87	12,89	12,10	15,06	11,80	13,05	11,72	13,33	12,97	14,76
Doctorado PhD	0,46	0,31	0,50	0,31	0,57	0,40	0,59	0,40	0,58	0,36
Total	202,88	257,61	209,09	268,32	218,49	279,26	192,65	245,56	225,38	295,14

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

<https://snies.mineducacion.gov.co/porta/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

La **Tabla 2**, muestra la distribución de graduados a nivel departamental en los diferentes niveles de formación. Bogotá mantiene el más alto registro en el número de graduados de todo el país en pregrado, maestría y doctorado, lo cual significaría que la ciudad no solo se beneficia de la riqueza cultural que viene con la movilidad estudiantil, sino además se beneficia de las actividades extracurriculares organizadas por los centros educativos

¹⁵ La variación en el número de graduados para los niveles de técnica profesional y tecnológica, en relación con las cifras reportadas en años anteriores, obedece a la obtención de registro calificado de programas del SENA.

que ofrecen estos programas, por ejemplo, de los servicios de extensión universitaria que pueden generar desarrollo y bienestar comunitario.

Aunque comparativamente con el 2020, en el 2021 la tendencia es de aumento en el acumulado de graduados en Colombia, en algunos departamentos el número de graduados se redujo. Por ejemplo, en el 2021 hubo reducción en el número de graduados de pregrado en Quindío, Caquetá, Putumayo, Arauca, Amazonas y Vaupés. A nivel de maestría, después de Bogotá, Santander se ubica con el mayor número de graduados de programas de maestría, a pesar de que las cifras para el 2021 muestran reducción en el número total de estudiantes graduados con este nivel de formación. Sin embargo, la desagregación por sexo muestra que esta reducción solo se dió en la población de mujeres.

Comparativamente con el 2020, en el 2021 los departamentos de Bolívar, Guajira y Cesar tuvieron un incremento, por encima del 100%, en el número de personas graduadas de maestría y de ellas el número de mujeres es significativamente superior al número de hombres que han culminado este nivel de formación. Ahora bien, en la tendencia opuesta, en el departamento del Huila hubo una reducción del 67% en el número de personas graduadas de maestría, de forma similar para hombres y mujeres.

En relación con graduados de programas de formación doctoral, comparando con los datos del 2020, en el 2021 hubo una reducción del 5% en el acumulado de graduados de este tipo de programa. Este porcentaje está distribuido en nueve de los 33 departamentos (Bogotá, Valle del Cauca, Santander, Tolima, Huila, Meta, Quindío, Risaralda, Caldas). Al hacer la desagregación por sexo, en la mayoría de estos departamentos la reducción en número de personas graduadas es similar para hombres y mujeres. Sin embargo, en Risaralda la reducción es más acentuada en el grupo de mujeres (14%); y en Caldas el número de hombres graduados de doctorado aumentó en un 9,5%, mientras que, comparado con el 2020, el número de mujeres graduadas de este nivel de formación se redujo en un 50% en el 2021.

Tabla 2. Graduados de IES por entidad territorial por nivel de formación, 2020 – 2021

Entidad territorial	Pregrado				Maestría				Doctorado <i>PhD</i>			
	2020		2021		2020		2021		2020		2021	
	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>
Bogotá D.C.	34.338	50.983	39.228	56.989	5.174	5.046	5.917	5.943	233	139	194	132
Antioquia	10.507	15.244	12.417	17.652	1.337	1.405	1.303	1.456	160	84	170	84
Valle del Cauca	6.376	9.483	7.392	11.112	956	1.063	950	1.075	56	37	47	33
Santander	4.387	6.219	4.876	7.097	1.346	2.265	1.491	2.078	16	7	11	6
Atlántico	5.956	7.804	7.419	9.182	586	741	535	707	28	23	42	26
Norte de Santander	2.941	4.328	3.564	4.981	121	128	194	243	0	0	0	0
Bolívar	2.815	3.714	2.953	4.225	223	278	595	790	6	11	10	10
Boyacá	1.789	2.590	2.736	3.973	189	248	262	345	12	8	11	13
Cundinamarca	2.610	3.541	3.017	4.387	284	383	299	378	7	7	8	8
Tolima	1.947	2.889	2.065	2.930	64	63	57	51	3	3	1	1
Nariño	1.860	2.547	2.304	2.970	128	173	144	180	0	2	2	0
Risaralda	2.207	2.740	2.174	2.995	308	256	266	240	17	11	15	5
Córdoba	1.793	2.252	2.348	2.789	41	51	41	41	2	0	0	0
Caldas	2.001	2.471	2.136	2.704	403	519	343	422	31	44	50	22
Cauca	1.363	2.043	1.736	2.563	91	72	108	104	7	6	10	5
Sucre	908	1.389	1.357	2.131	20	22	22	25	0	0	0	0
Magdalena	1.371	1.938	1.564	2.367	59	57	80	119	0	0	3	1
Huila	1.493	2.094	1.577	2.206	159	233	50	76	1	4	2	1
Meta	1.283	1.815	1.366	2.116	26	28	29	30	3	0	1	1
Cesar	1.108	1.744	1.518	2.131	43	135	89	197	0	0	0	0

Entidad territorial	Pregrado				Maestría				Doctorado <i>PhD</i>			
	2020		2021		2020		2021		2020		2021	
	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>M</i>
Quindío	1.132	2.091	1.130	1.658	55	60	70	67	5	2	2	2
La Guajira	355	950	587	1.358	33	38	33	114	0	0	0	0
Chocó	461	805	610	1.291	16	26	24	24	0	0	0	0
Caquetá	366	542	264	433	40	24	41	29	2	4	0	0
Casanare	397	627	419	588	8	4	2	5	0	0	0	0
Putumayo	145	264	115	190	0	0	0	0	0	0	0	0
Arauca	134	228	100	213	0	0	0	0	0	0	0	0
Guaviare	23	31	16	49	1	0	0	0	0	0	0	0
Amazonas	12	25	12	14	4	3	3	10	0	2	0	3
Guainía	3	4	5	5	1	1	14	8	0	0	0	0
Vichada	3	5	10	19	0	1	0	0	0	0	0	0
Archipiélago de San Andrés	1	0	10	13	3	3	4	3	1	2	2	2
Vaupés	12	18	5	5	0	0	1	0	0	0	0	0
TOTAL	92.097	133.418	107.030	153.336	11.719	13.326	12.967	14.760	590	396	581	355

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE) <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

A continuación, se presenta la población graduada y la oferta de programas de formación de alto nivel (Maestría y doctorados) clasificados por área y núcleo básico del conocimiento (NBC). Para las áreas de conocimiento se usa la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), mientras que para el núcleo básico del conocimiento (NBC) se usa la clasificación hecha por el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). La asignación del programa a una u otra área depende de la información suministrada por la institución de educación superior (IES) al solicitar el registro calificado del programa ante el Ministerio de Educación (MEN).

En relación con la población graduada de programas nacionales de maestría, la **Tabla 3** muestra las cifras para el periodo 2017 - 2021. Estos datos muestran que, del total de personas con título de maestría obtenido durante la ventana de observación, el 74,82% de ellos completaron programas asociados con la gran área OCDE de Ciencias sociales, seguido por Ingeniería y Tecnología (12%), Ciencias médicas y de la salud (4,63%), Ciencias naturales y exactas (3,62%), Humanidades (2,93%) y Ciencias agrícolas con un 0,76% del total acumulado de personas graduadas de maestría. Esta tendencia se mantiene para el 2021, sin embargo, comparado con el año anterior, en el 2021, en ambos sexos, hubo reducción en el número de personas graduadas de maestrías asociadas con Ciencias naturales y exactas, y con Humanidades

Tabla 3. Graduados de programas nacionales de maestría según sexo, gran área OCDE y NBC, 2017 - 2021

Gran área OCDE	Núcleo Básico de Conocimiento	Año									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Ciencias naturales y exactas	Biología, microbiología y afines	110	179	131	202	143	184	116	172	120	162
	Física	87	22	110	42	76	36	87	20	74	17
	Geología, otros programas de ciencias naturales	30	31	51	53	47	37	42	33	44	30
	Matemáticas, estadística y afines	159	63	210	168	171	80	184	79	195	88
	Química y afines	91	81	80	81	72	88	76	64	72	68
	Total ciencias naturales y exactas	477	376	582	546	509	425	505	368	505	365
Ingeniería y tecnología	Arquitectura	101	79	115	75	127	72	121	87	144	84
	Ingeniería administrativa y afines	85	49	79	54	68	47	73	39	86	58
	Ingeniería agrícola, forestal y afines	6	12	3	10	3	7	3	5	9	3
	Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	37	45	40	59	34	49	25	35	25	47
	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	118	141	109	137	151	172	110	98	79	104
	Ingeniería biomédica y afines	8	11	21	15	21	21	13	11	20	23
	Ingeniería civil y afines	246	109	238	116	387	148	309	148	377	201
Ingeniería de minas, metalurgia y afines	39	20	71	27	56	29	80	32	66	31	

Gran área OCDE	Núcleo Básico de Conocimiento	Año									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Ingeniería y tecnología	Ingeniería de sistemas, telemática y afines	462	135	541	207	581	203	544	188	691	233
	Ingeniería eléctrica y afines	47	8	74	15	80	12	69	13	73	13
	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	120	23	168	29	131	30	115	17	126	31
	Ingeniería industrial y afines	176	136	176	95	195	117	183	99	188	140
	Ingeniería mecánica y afines	46	10	64	5	55	11	55	15	79	9
	Ingeniería química y afines	67	37	53	34	67	33	55	37	81	59
	Otras ingenierías	213	97	289	114	345	139	237	111	299	111
	Total ingeniería y tecnología	1.771	912	2.041	992	2.301	1.090	1.992	935	2.343	1.147
	Ciencias médicas y de la salud	Bacteriología	7	26	29	61	39	68	37	71	48
Deportes, educación física y recreación		19	16	22	3	25	16	15	2	40	7
Enfermería		11	42	13	54	13	91	18	108	22	104
Medicina		79	126	96	188	94	200	107	184	104	190
Nutrición y dietética		4	22	4	8	3	23	4	23	8	24
Odontología		6	12	14	22	11	17	5	15	1	8
Optometría, otros programas de ciencias de la salud		10	21	17	34	19	38	21	29	19	54
Salud pública		134	304	196	366	228	405	203	349	176	308
Terapias		5	14	21	42	29	60	24	39	31	55

Gran área OCDE	Núcleo Básico de Conocimiento	Año									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
	Total ciencias médicas y de la salud	275	583	412	778	461	918	434	820	449	826
Ciencias agrícolas	Agronomía	55	74	72	43	82	64	56	55	63	41
	Medicina veterinaria	16	17	50	32	38	24	19	23	32	28
	Zootecnia	5	6	15	7	16	6	11	11	14	10
	Total ciencias agrícolas	76	97	137	82	136	94	86	89	109	79
Ciencias Sociales	Administración	2.136	1.653	2.325	2.293	2.455	2.310	2.635	2.414	2.786	2.600
	Antropología y artes liberales	11	21	26	37	14	15	24	36	15	28
	Bibliotecología, otros de ciencias sociales y humanas	42	66	38	91	48	80	37	68	48	83
	Ciencia política, relaciones internacionales	239	249	355	368	370	391	440	399	394	360
	Comunicación social, periodismo y afines	63	89	78	121	77	109	118	139	107	124
	Contaduría pública	47	33	81	51	75	69	78	79	74	62
	Derecho y afines	1.002	1.024	1.027	1.032	1.161	1.223	1.199	1.255	1.288	1.386
	Economía	328	242	330	254	373	318	269	239	326	313
	Educación	2.893	5.710	3.678	7.240	2.859	4.898	2.796	5.331	3.507	6.165
	Formación relacionada con el campo militar o policial	159	20	144	43	171	24	290	35	236	43
	Geografía, historia	98	64	98	106	127	87	74	51	75	55
	Psicología	118	321	141	410	148	438	149	445	149	517
Sociología, trabajo social y afines	129	212	114	259	128	244	166	276	143	316	

Gran área OCDE	Núcleo Básico de Conocimiento	Año									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
	Total Ciencias Sociales	7.265	9.704	8.435	12.305	8.006	10.206	8.275	10.767	9.148	12.052
Humanidades	Artes plásticas, visuales y afines	25	18	43	18	40	24	43	40	31	24
	Artes representativas	10	6	13	16	4	1	32	19	15	8
	Diseño	20	12	26	18	26	26	25	23	44	28
	Filosofía, teología y afines	138	65	198	87	152	83	107	61	105	58
	Lenguas modernas, literatura, lingüística y afines	123	205	111	166	107	127	109	157	100	118
	Música	73	25	64	25	43	29	79	33	84	25
	Publicidad y afines	5	1	3	1	3	3	2	1	3	3
	Otros programas asociados a bellas artes	22	26	31	21	10	22	30	13	20	17
	Total Humanidades	416	358	489	352	385	315	427	347	402	281
Sin Clasificar	Sin clasificar	586	860	0	0	0	0	0	0	11	10
Total		10.866	12.890	12.096	15.055	11.798	13.048	11.719	13.326	12.967	14.760

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE) <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

En relación con la población graduada de doctorado la **Tabla 4** muestra para el periodo 2017 - 2021 el número de personas graduadas de programas de formación doctoral clasificados por gran área del conocimiento OCDE y NBC. El total acumulado de personas graduadas de programas nacionales de formación doctoral, en la ventana de observación, está porcentualmente distribuido en Ciencias sociales (36%), Ingeniería y Tecnología (25 %), Ciencias naturales (20%), Humanidades (8 %), Ciencias médicas (7 %) y Ciencias agrícolas (4 %).

Esta tendencia se mantiene para el 2021, periodo en el cual solo hubo aumento en el número de personas graduadas de programas doctorales asociados con Ciencias sociales y con Humanidades. Sin embargo, al analizar los datos desagregados por sexo para Ciencias sociales, comparado con las cifras del 2020 el número de mujeres graduadas en el 2021 se redujo en 1,8% mientras que el número de hombres aumentó en un 25%, este incremento es mucho más pronunciado en doctorados asociados con el NBC- educación. La desagregación por sexo para Humanidades no muestra diferencias relevantes entre sexos. En las otras cuatro grandes áreas (Ingeniería y Tecnología, Ciencias Naturales, Ciencias Médicas y Ciencias Agrícolas), comparativamente con 2020, las cifras de graduados de programas nacionales de formación doctoral son inferiores en el 2021, y la distribución de esta reducción es similar para hombres y mujeres.

Al analizar la información sobre maestrías y doctorados por áreas OCDE y NBC (**Tabla 4**), se observa que, en ambos niveles de formación, Ciencias agrícolas es el área con menos personas graduadas; mientras que Ciencias sociales e Ingeniería se ubican en el 1er y 2do orden de preferencia en ambos de estos dos niveles de formación. Respecto a las demás áreas, a partir del número de personas graduadas, se puede deducir que las Ciencias médicas se ubican en el 3er orden de preferencia para maestría y en el 5to para doctorado. Ciencias naturales y Humanidades se ubican en el 4to y 5to orden de preferencia a nivel de maestría, y para doctorado se ubican en el 3er y 4to orden de preferencia respectivamente.

Tabla 4. Graduados de programas nacionales de doctorado, según sexo, gran área OCDE y NBC, 2017 - 2021

Gran área OCDE	NBC	Años									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Ciencias naturales y exactas	Biología, microbiología y afines	32	42	40	35	36	50	30	38	36	47
	Física	26	8	23	4	34	10	21	2	21	3
	Geología, otros programas de ciencias naturales	3	0	3	2	3	3	6	1	9	1
	Matemáticas, estadística y afines	7	4	9	2	25	5	18	4	19	4
	Química y afines	10	22	27	19	27	20	23	26	13	14
	Total ciencias naturales	78	76	102	62	125	88	98	71	98	69
Ingeniería y tecnología	Ingeniería agrícola, forestal y afines	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1
	Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0
	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	6	2	4	3	8	13	9	8	7	5
	Ingeniería civil y afines	15	2	3	4	11	10	20	8	12	2
	Ingeniería de minas, metalurgia y afines	1	2	2	5	9	3	14	1	8	4
	Ingeniería de sistemas, telemática y afines	23	4	22	6	18	7	22	7	29	5
	Ingeniería eléctrica y afines	4	0	5	0	7	1	8	0	5	0
	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	6	2	7	1	12	2	12	3	6	2
	Ingeniería industrial y afines	13	6	13	3	9	4	15	7	19	2
	Ingeniería mecánica y afines	12	1	16	7	17	0	10	3	13	2
	Ingeniería química y afines	7	11	10	3	7	8	17	8	9	5
	Otras ingenierías	45	23	66	24	61	28	69	25	56	24
Total ingeniería y tecnología	133	53	148	56	160	77	199	72	165	52	
	Bacteriología	0	0	1	1	0	3	2	2	1	2

Gran área OCDE	NBC	Años									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Ciencias médicas y de la salud	Enfermería	0	2	0	7	1	8	4	8	1	3
	Medicina	14	17	11	13	13	19	28	19	17	19
	Odontología	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Salud pública	5	8	6	10	4	6	6	17	10	4
	Total ciencias médicas y de la salud	19	27	18	31	18	36	41	46	29	28
Ciencias agrícolas	Agronomía	17	13	21	16	18	13	27	16	11	14
	Medicina veterinaria	3	1	0	0	1	0	3	1	3	1
	Total ciencias agrícolas	20	14	21	16	19	13	30	17	14	15
Ciencias sociales	Administración	10	4	27	14	19	10	10	13	39	16
	Antropología y artes liberales	6	11	7	5	10	14	5	12	8	9
	Bibliotecología, otros de ciencias sociales y humanas	3	3	3	7	4	7	0	1	3	2
	Ciencia política, relaciones internacionales	4	1	2	3	8	2	3	2	4	2
	Comunicación social, periodismo y afines	1	0	0	1	0	2	1	4	4	3
	Derecho y afines	33	12	28	16	44	28	33	24	34	16
	Economía	5	0	5	2	4	2	3	1	5	4
	Educación	58	51	45	47	49	53	48	64	71	82
	Geografía, historia	9	8	13	8	15	11	12	7	7	5
	Psicología	4	5	6	7	8	12	22	11	15	13
	Sociología, trabajo social y afines	10	20	21	17	30	27	24	31	24	15
Total Ciencias Sociales	143	115	157	127	191	168	161	170	214	167	
Humanidades	Artes plásticas, visuales y afines	6	8	3	2	7	1	0	1	3	1

Gran área OCDE	NBC	Años									
		2017		2018		2019		2020		2021	
		<i>H</i>	<i>M</i>								
	Diseño	6	0	5	2	4	1	2	1	4	2
	Filosofía, teología y afines	34	5	38	12	39	9	48	14	46	17
	Lenguas modernas, literatura, lingüística y afines	4	2	3	0	3	2	11	4	8	4
	Total Humanidades	50	15	49	16	53	13	61	20	61	24
Sin Clasificar	Sin clasificar	17	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		443	300	495	308	566	395	590	396	581	355

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE) <https://snies.mineducacion.gov.co/porta/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

Oferta de programas de formación de talento humano

En esta segunda sección se presentan los indicadores asociados con la oferta de programas de educación superior certificados por el MEN, entidad que centraliza el aseguramiento de la calidad de la educación en Colombia y por lo tanto encargada de expedir la autorización para que dichos programas puedan ser ofrecidos y desarrollados. Primero se muestran los indicadores que dan cuenta de los programas ofrecidos por instituciones de educación superior (IES) públicas y privadas del país para formación de alto nivel: maestría (**Tabla 5**) y doctorado (**Tabla 6**).

En relación con los programas de maestría (**Tabla 5**) comparativamente con el 2020, en el 2021 hubo aumento en la oferta de programas en cinco de las seis áreas OCDE de conocimiento, mientras que en Humanidades hubo reducción de oferta, específicamente en programas del NBC- Lenguas modernas, literatura, lingüística y afines.

Tabla 5. Número de programas nacionales de maestría por gran área OCDE y NBC, 2017 - 2021

Gran área OCDE	Núcleo Básico de Conocimiento	Año				
		2017	2018	2019	2020	2021
Ciencias naturales y exactas	Biología, microbiología y afines	28	39	45	42	49
	Física	16	17	18	17	16
	Geología, otros programas de ciencias naturales	11	10	12	13	11
	Matemáticas, estadística y afines	27	30	35	35	37
	Química y afines	22	21	22	23	25
	Total: ciencias naturales y exactas	104	117	132	130	138
Ingeniería y tecnología	Arquitectura	24	26	28	32	33
	Ingeniería administrativa y afines	7	9	12	10	10
	Ingeniería agrícola, forestal y afines	2	2	2	2	2
	Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	13	14	13	15	12
	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	23	26	30	33	36
	Ingeniería biomédica y afines	3	6	7	4	7
	Ingeniería civil y afines	26	27	33	37	39
	Ingeniería de minas, metalurgia y afines	9	10	11	10	11
	Ingeniería de sistemas, telemática y afines	39	48	55	57	66

Gran área OCDE	Núcleo Básico de Conocimiento	Año				
		2017	2018	2019	2020	2021
	Ingeniería eléctrica y afines	7	10	10	12	13
	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	22	26	27	25	30
	Ingeniería industrial y afines	28	30	29	29	31
	Ingeniería mecánica y afines	10	10	10	11	11
	Ingeniería química y afines	8	8	9	9	15
	Otras ingenierías	18	23	25	22	25
	Total: ingeniería y tecnología	239	275	301	308	341
	Ciencias médicas y de la salud	Bacteriología	4	8	8	6
Deportes, educación física y recreación		3	4	5	5	4
Enfermería		6	7	9	13	14
Medicina		29	36	38	40	45
Nutrición y dietética		3	3	3	3	3
Odontología		4	5	6	3	3
Optometría, otros programas de ciencias de la salud		3	3	3	3	3
Salud pública		29	40	48	52	48
Terapias		3	7	8	7	11
Total: ciencias médicas y de la salud		84	113	128	132	137
Ciencias agrícolas	Agronomía	17	17	18	19	20
	Medicina veterinaria	8	8	9	10	12
	Zootecnia	5	7	7	7	8
	Total: ciencias agrícolas	30	32	34	36	40
Ciencias Sociales	Administración	154	224	243	263	285
	Antropología y artes liberales	5	7	7	9	10
	Bibliotecología, otros de ciencias sociales y humanas	8	15	16	14	14
	Ciencia política, relaciones internacionales	36	38	41	47	49
	Comunicación social, periodismo y afines	18	21	21	24	27
	Contaduría pública	11	13	13	15	16
	Derecho y afines	106	119	128	137	144
	Economía	34	37	38	38	40
	Educación	138	194	198	199	223
	Formación relacionada con el campo militar o policial	4	5	4	5	5

Gran área OCDE	Núcleo Básico de Conocimiento	Año				
		2017	2018	2019	2020	2021
	Geografía, historia	17	19	23	23	25
	Psicología	33	39	46	47	52
	Sociología, trabajo social y afines	28	35	42	47	50
	Total: Ciencias Sociales	592	766	820	868	940
Humanidades	Artes plásticas, visuales y afines	4	9	9	12	10
	Artes representativas	1	2	1	4	4
	Diseño	5	6	8	7	8
	Filosofía, teología y afines	19	20	22	22	24
	Lenguas modernas, literatura, lingüística y afines	27	29	28	33	29
	Música	6	9	9	11	11
	Publicidad y afines	1	1	1	1	1
	Otros programas asociados a bellas artes	3	2	2	2	3
Total: Humanidades	66	78	80	92	90	
Sin Clasificar	Sin clasificar	99	0	0	0	4
Total		1.214	1.381	1.495	1.566	1.690

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

<https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

En relación con la oferta de programas de formación doctoral (**Tabla 6**) comparativamente con el 2020, en el 2021 hubo aumento en la oferta de programas de formación doctoral en cuatro de las seis áreas OCDE, mientras que en Ciencias médicas y de la salud, así como en Ciencias agrícolas en el 2021 hubo una reducción en la oferta de programas asociados con los núcleos básicos del conocimiento de -Odontología, Salud pública, y Medicina veterinaria.

Tabla 6. Número de programas nacionales de doctorado por gran área OCDE y NBC, 2017 - 2021

Gran área OCDE	Núcleo básico de conocimiento	Año				
		2017	2018	2019	2020	2021
Ciencias naturales y exactas	Biología, microbiología y afines	16	16	19	16	19
	Física	7	5	8	8	8
	Geología, otros programas de ciencias naturales	1	3	3	3	4
	Matemáticas, estadística y afines	4	5	6	6	7
	Química y afines	6	9	9	10	8
	Total: ciencias naturales y exactas	34	38	45	43	46
Ingeniería y tecnología	Ingeniería agrícola, forestal y afines	1	0	0	1	1
	Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	0	0	2	1	1
	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	3	4	4	4	3
	Ingeniería civil y afines	3	2	5	5	5
	Ingeniería de minas, metalurgia y afines	2	3	2	3	2
	Ingeniería de sistemas, telemática y afines	4	5	5	5	7
	Ingeniería eléctrica y afines	1	1	1	1	1
	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	2	3	3	4	4
	Ingeniería industrial y afines	4	4	4	6	6
	Ingeniería mecánica y afines	3	3	3	4	4
	Ingeniería química y afines	4	4	4	4	4
	Otras ingenierías	10	12	11	11	14
	Total: ingeniería y tecnología	37	41	44	49	52
Ciencias médicas y de la salud	Bacteriología	0	1	1	1	1
	Enfermería	1	2	2	2	2
	Medicina	9	9	10	13	13
	Odontología	0	0	0	1	0
	Salud pública	3	3	4	5	4
	Total: ciencias médicas y de la salud	13	15	17	22	20
Ciencias agrícolas	Agronomía	9	8	12	10	10
	Medicina veterinaria	2	0	1	2	1
	Total: ciencias agrícolas	11	8	13	12	11
Ciencias sociales	Administración	6	9	12	10	13
	Antropología y artes liberales	4	4	5	6	7
	Bibliotecología, otros de ciencias sociales y humanas	1	2	2	1	2

Gran área OCDE	Núcleo básico de conocimiento	Año				
		2017	2018	2019	2020	2021
Ciencias Sociales	Ciencia política, relaciones internacionales	2	2	2	2	3
	Comunicación social, periodismo y afines	1	1	1	1	1
	Derecho y afines	11	10	13	12	13
	Economía	2	3	2	2	5
	Educación	15	16	19	21	19
	Geografía e historia	5	5	4	5	5
	Psicología	4	4	6	8	9
	Sociología, trabajo social y afines	6	7	7	9	9
	Total: ciencias sociales	57	63	73	77	86
	Humanidades	Artes plásticas, visuales y afines	2	2	2	1
Diseño		1	1	1	1	1
Filosofía, teología y afines		9	12	12	11	12
Lenguas modernas, literatura, lingüística y afines		3	2	4	4	4
Total: Humanidades		15	17	19	17	18
Sin Clasificar	Sin clasificar	8	0	0	0	0
Total		167	182	211	220	233

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

<https://snies.mineducacion.gov.co/porta/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

Modalidad de acceso a programas de formación

Las opciones de acceso a los programas de formación superior en Colombia, como alrededor del mundo, se han ido diversificando. Con los desarrollos en las tecnologías de la comunicación, las universidades, además de la presencialidad, han introducido otras maneras de ofrecer sus programas de formación, haciendo uso de la transformación digital, cuyo propósito en la educación, es mediar el desarrollo del currículo y facilitar el acceso a programas de formación. Tras el decreto 1330 de 2019, el sistema de educación superior ha comenzado a potenciar la flexibilidad curricular y la oferta de programas en diversas modalidades a nivel nacional.

El SNIES plantea las siguientes modalidades, las cuales pueden ser escogidas por las IES para, según el respectivo registro calificado, ofrecer los programas de formación: presencial, a

distancia¹⁶, virtual¹⁷, dual¹⁸ u otros que combinen e integren estas modalidades¹⁹. A continuación, la **Tabla 7** relaciona la oferta de formación a nivel pregrado y de alto nivel (maestría y doctorado) por modalidad de formación y área OCDE.

A medida que se avanza en el nivel de formación las modalidades de formación son menos diversas y esto puede estar asociado con las demandas que estos programas tienen en experticia y de interacción para la construcción de conocimiento, lo cual, aunque puede ser mediado por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no siempre es suficiente para alcanzar los objetivos de los programas, por ejemplo, al completar la fase experimental de un proyecto de investigación y que adicionalmente puede estar influenciado por la capacidad en infraestructuras con la que disponen las instituciones oferentes.

Al 2021 los 233 programas de doctorado para las seis grandes áreas OCDE que tienen registro calificado en Colombia se ofrecen solo en la modalidad presencial. A nivel de maestría, los programas asociados con las Ciencias agrícolas son en su totalidad en modalidad presencial; los programas de maestría en las otras cinco áreas OCDE se han implementado en diferentes modalidades: presencial (93%), en modalidad de distancia tradicional (1,36%); en modalidad virtual (5,32%) y el 0,05% en modalidad presencial-virtual.

Comparado con los programas de formación de alto nivel, la **Tabla 7** muestra que, a nivel de pregrado (Nivel Técnico Profesional, Tecnológico, Profesional), aunque la presencialidad es la modalidad más recurrente, hay mayor diversidad en las modalidades de los programas en todas las áreas OCDE. En general, en todos los niveles de formación los programas asociados con las áreas OCDE de Ciencias Sociales, Humanidades, Ingeniería y Tecnología son más diversos en las modalidades de formación, lo cual puede estar asociado con la naturaleza misma del objeto de estudio de las disciplinas en estas áreas y que hace posible su desarrollo a través de diferentes metodologías, por ejemplo, aquellas propias de la investigación experimental y no experimental.

¹⁶ Cuando los materiales del programa son desarrollados por el estudiante y los resultados entregados sin interacción virtual con el docente a través de plataformas tecnológicas.

¹⁷ Hay interacción entre el estudiante y el docente a través de plataformas tecnológicas.

¹⁸ Combina la formación académica con la experiencia laboral en una empresa.

¹⁹ Nota orientadora del MEN sobre las modalidades de gestión e implementación del currículo en la educación en Colombia (junio 2022) https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-408425_recurso_6.pdf

Tabla 7. Número de programas de formación ofrecidos en Colombia por nivel de formación, modalidad y gran área OCDE, 2021

Nivel de formación	Modalidad	Ciencias agrícolas	Ciencias médicas y de la salud	Ciencias naturales	Ciencias sociales	Humanidades	Ingeniería y Tecnología	Sin clasificar	Total
Doctorado	Distancia (tradicional)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distancia (virtual)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Presencial	11	20	46	86	18	52	0	233
Total		11	20	46	86	18	52	0	0
Maestría	Distancia (tradicional)	0	2	0	19	0	2	0	23
	Presencial	40	131	136	849	86	330	4	1.576
	Presencial - virtual	0	0	0	1	0	0	0	1
	Virtual	0	4	2	71	4	9	0	90
Total		40	137	138	940	90	341	4	1.690
Especialización	Distancia	6	3	0	50	2	3	3	67
	Presencial	24	199	27	1.521	26	369	23	2.189
	Presencial - virtual	0	1	0	4	0	1	0	6
	Virtual	3	9	2	146	4	35	3	202
Total		33	212	29	1.721	32	408	29	2.464
Pregrado universitario	Distancia	3	7	1	168	4	25	0	208
	Presencial	64	312	150	1.832	292	967	5	3.622
	Presencial - dual	0	0	0	1	0	0	0	1
	Presencial - virtual	0	0	0	0	0	1	0	1
	Virtual	2	2	0	119	15	23	0	161
Total		69	321	151	2.120	311	1.016	5	3.993

Nivel de formación	Modalidad	Ciencias agrícolas	Ciencias médicas y de la salud	Ciencias naturales	Ciencias sociales	Humanidades	Ingeniería y Tecnología	Sin clasificar	Total
Tecnológica	Distancia	9	5	3	49	1	40	1	108
	Presencial	85	48	22	570	136	595	10	1.466
	Virtual	3	3	1	57	4	22	0	90
	Virtual - dual	0	0	0	1	0	0	0	1
Total		97	56	26	677	141	657	11	1.665
Técnica profesional	Distancia	1	1	0	18	0	10	0	30
	Presencial	10	23	4	228	56	130	0	451
	Virtual	2	1	0	38	3	11	0	55
Total		13	25	4	284	59	151	0	0

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE) <https://snies.mineducacion.gov.co/porta/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

Ingreso salarial y Nivel de formación

La decisión que toma una universidad de diseñar un programa de formación, o la decisión que toma una persona de matricularse en un programa o en otro, puede estar informada por la demanda que hay en la sociedad de las habilidades que este programa desarrolla. Los salarios, pueden servir como indicador, de la relación entre la oferta y demanda de habilidades desarrolladas a través de los diferentes niveles de educación. En esta subsección, a continuación, se analiza el ingreso salarial de las personas graduadas de pregrado, maestría y doctorado para la ventana 2017 - 2019, el último año para el cual se tiene información disponible.

A continuación, se describe el ingreso salarial de los graduados en número de salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV) por sexo y año de graduación (2017 - 2019). La **Tabla 8** relaciona el ingreso salarial de la población graduada de pregrado. De estos resultados se puede ver que el 0,84% de la población con título de pregrado, a la fecha estaba devengando más de 8 SMMLV (Mujeres: 36%). Para todos los años en la ventana de observación, hay un mayor porcentaje de mujeres con ingresos salariales iguales o menores a 4,5 SMMLV; sin embargo, la similitud en los ingresos de hombres y mujeres para el rango entre 4,51 y 8 SMMLV, puede sugerir que, aunque se han implementado estrategias para que haya equidad salarial en este rango promedio, estas acciones no han tenido los mismos efectos o no han sido implementadas para promover la equidad salarial en los demás rangos.

Tabla 8. Número de graduados de programas de pregrado según rango salarial, sexo y año de graduación, 2017 - 2019

SMMLV	Sexo	2017	2018	2019
1 SMMLV-2.5 SMMLV	Mujeres	56.550	58.906	56.546
	Hombres	34.252	35.197	34.185
	Total	90.802	94.103	90.731
Entre 2.52 y 4.5 SMMLV	Mujeres	17.099	17.105	15.321
	Hombres	14.920	15.175	13.235
	Total	32.019	32.280	28.556
Entre 4.51 y 8 SMMLV	Mujeres	3.745	3.689	3.130
	Hombres	4.347	4.677	3.965
	Total	8.092	8.366	7.095
Más de 8,01 SMMLV	Mujeres	403	419	329

SMMLV	Sexo	2017	2018	2019
	Hombres	654	723	626
	Total	1.057	1.142	955
Total		131.970	135.891	127.337

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

<https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

La **Tabla 9** por su parte muestra el ingreso salarial de la población graduada de programas de maestría. Las cifras muestran que la mayoría de la población está en los cuartiles 3 y 4, es decir tienen un ingreso igual o por encima de 4.5 SMMLV para todos los años de graduación. Sin embargo, el porcentaje de mujeres graduadas de maestría y ganando más de 8 SMMLV, en la serie de tiempo, es significativamente inferior al porcentaje de hombres devengando este salario, a diferencia de lo visto en los demás rangos salariales donde la diferencia es mucho menor.

Tabla 92. Número de graduados de programas de maestría según rango salarial, sexo y año de graduación, 2017 - 2019

SMMLV	Sexo	2017	2018	2019
1 SMMLV-2.5 SMMLV	Mujeres	1.162	1.347	1.469
	Hombres	1.013	1.175	1.366
	Total	2.175	2.522	2.835
Entre 2.52 y 4.5 SMMLV	Mujeres	4.944	6.794	4.560
	Hombres	2.933	3.868	3.201
	Total	7.877	10.662	7.761
Entre 4.51 y 8 SMMLV	Mujeres	3.690	3.395	2.947
	Hombres	3.136	3.100	2.756
	Total	6.826	6.495	5.703
Más de 8,01 SMMLV	Mujeres	1.084	1.148	1.032
	Hombres	1.739	1.709	1.579
	Total	2.823	2.857	2.611
Total		19.701	22.536	18.910

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

<https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

La **Tabla 10**, muestra que, para todos los años en la serie, los profesionales graduados de doctorado, en su mayoría reciben un ingreso que está por encima de los 8 SMMLV. Respecto al sexo se nota una clara diferencia porcentual entre hombres y mujeres, con más hombres que mujeres ubicados en el cuarto cuartil.

Tabla 10. Número de graduados de programas de doctorado según rango salarial, sexo y año de graduación, 2017 - 2019

SMMLV	Sexo	2017	2018	2019
1 SMMLV-2.5 SMMLV	Mujeres	16	20	37
	Hombres	26	33	57
	Total	42	53	94
Entre 2.52 y 4.5 SMMLV	Mujeres	23	25	27
	Hombres	31	32	40
	Total	54	57	67
Entre 4.51 y 8 SMMLV	Mujeres	93	99	131
	Hombres	128	144	174
	Total	221	243	305
Más de 8,01 SMMLV	Mujeres	127	110	114
	Hombres	213	218	202
	Total	340	328	316
Total		657	681	782

Fuente: Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

<https://snies.mineducacion.gov.co/porta/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

Fecha de consulta: agosto 2022

Cálculos: OCyT

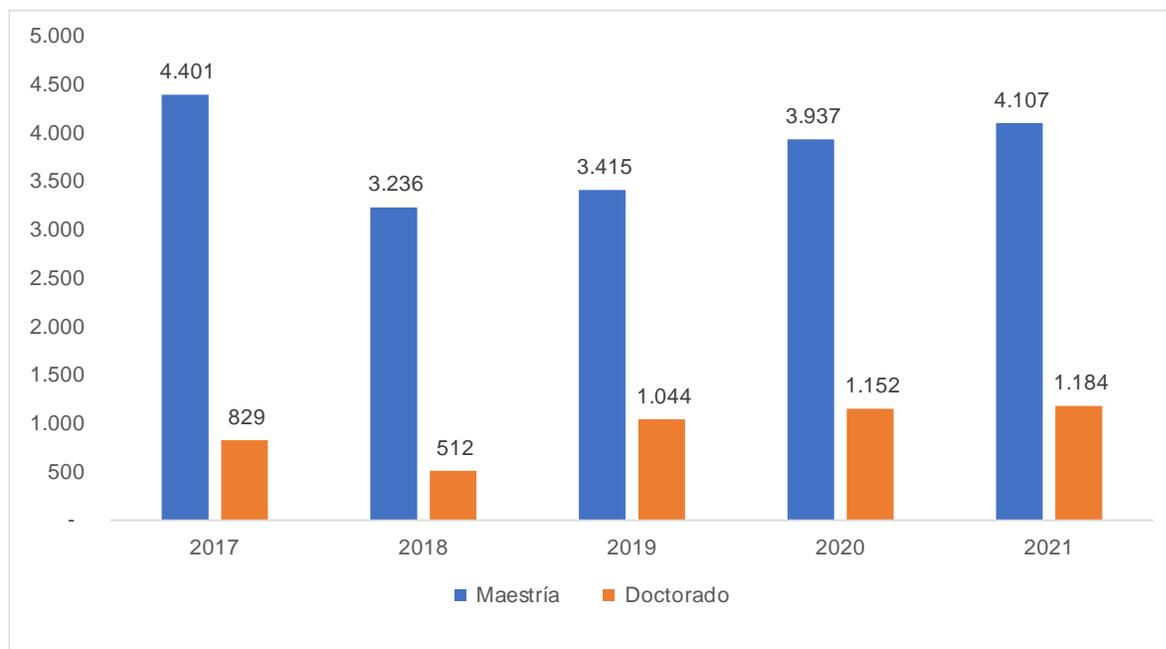
Incentivos y financiación para la formación superior

En Colombia la educación superior se financia a través del modelo de oferta y demanda. Entre los mecanismos de oferta se cuentan los aportes directos de la Nación y las entidades territoriales, la generación de recursos propios que cada institución consigue en el ejercicio de sus labores misionales de formación, extensión e investigación. Por vía de la demanda, son los usuarios de los programas y las familias quienes financian su formación superior para lo cual recurren a créditos educativos con distintas entidades bancarias, cooperativas y el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior Instituto colombiano (ICETEX), entre otros.

Para reducir la fluctuación en el flujo de recursos, que resulta de esta combinación de fuentes, el estado colombiano ha diseñado y promovido diferentes tipos de créditos, becas y créditos beca, a través de los cuales, con recursos del estado o en combinación con recursos privados, se financia parcial o totalmente los costos de un programa de pregrado, maestría o doctorado. La administración de estos recursos la hace el estado colombiano, principalmente pero no exclusivamente, a través de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), del Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (ICETEX), el Banco de la República, la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) o la Fundación para el Futuro de Colombia (Colfuturo) y varían en su diseño dependiendo de la institución oferente.

Esta sección solo aborda la financiación de los programas de formación de alto nivel (maestría y doctorado) por cuanto en estos programas, dado su propósito, se consolida la formación para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación del país. Los datos en la **Gráfica 1** muestran que, después del 2018, se ha tenido un aumento constante en el número de personas que se han beneficiado de alguno de los mecanismos de financiación mencionados. De los años en la serie, el 2018, tuvo el número más bajo de personas que accedieron a alguno de los mecanismos de financiación para hacer estudios de maestría y doctorado. Teniendo en cuenta, que el tiempo estimado de finalización de un doctorado está entre cuatro y cinco años, este dato puede parcialmente explicar el bajo número de graduados de doctorado en el 2021 y reportado en la **Tabla 4** de este capítulo.

Gráfica 1. Becas, créditos y becas-crédito para maestría y doctorado 2017 - 2021

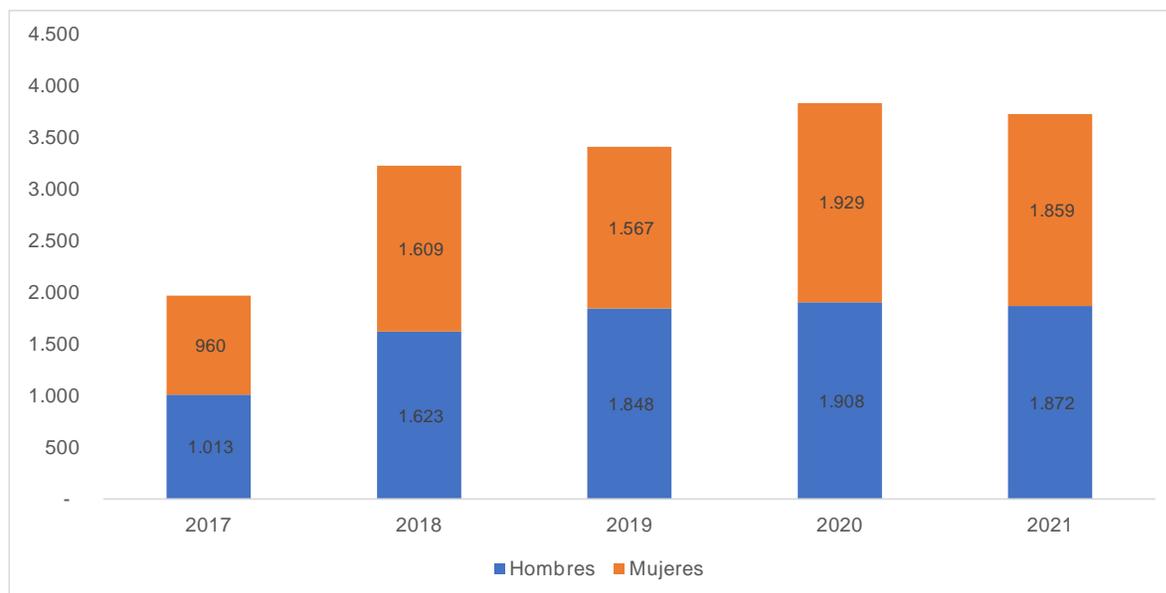


Fuentes: Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación; ICETEX y Colfuturo.

Cálculos: OCyT

Del total de recursos asignados durante los años en la ventana de observación, el 81% fueron asignados a estudiantes de maestría y distribuidos de manera equitativa entre hombres y mujeres en el 2018, 2020, 2021; en el 2017 y en el 2019 la distribución favoreció a los hombres en 1% y 4% respectivamente (Ver **Gráfica 2**).

Gráfica 2. Becas, créditos y becas-crédito para maestría según el sexo del beneficiario, 2017 - 2021



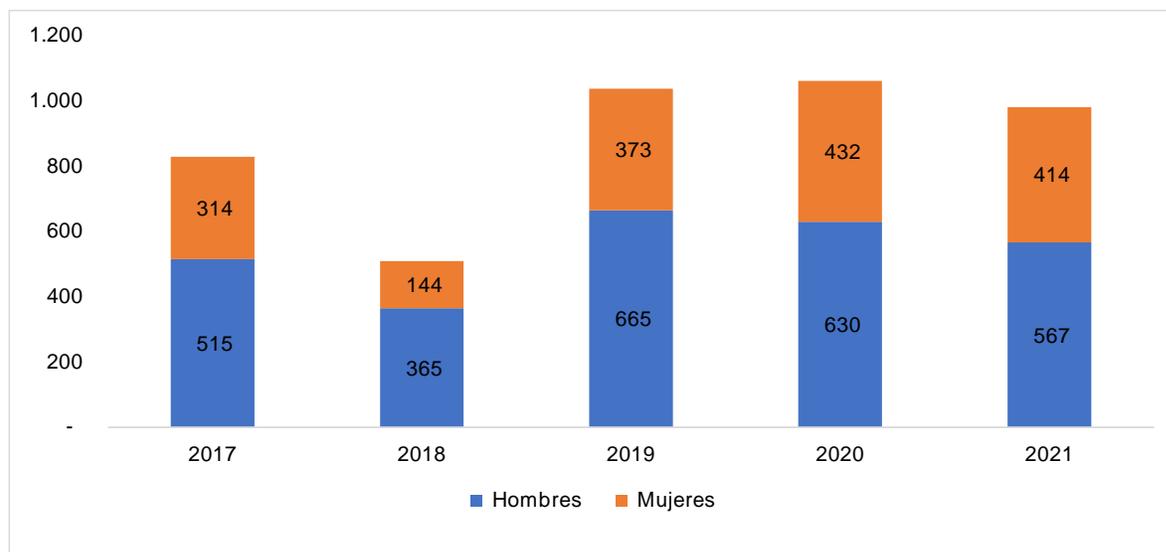
Fuentes: Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación; ICETEX y Colfuturo

Cálculos: OCyT, 2022

Nota: La fuente no registra información desagregada por sexo para 95 de los beneficiarios en el 2020 ni para 372 beneficiarios en el 2021.

Del total de beneficiarios (23.817) durante el 2017 - 2021, el 20% de ellos son estudiantes de formación doctoral. La **Gráfica 3** muestra la distribución por sexo de los beneficiarios. En todos los años, porcentualmente, más hombres que mujeres, fueron beneficiarios de alguno de los programas de financiación, siendo el 2021 el año con menos disparidad entre hombres y mujeres, donde del total de beneficiarios el 42% fueron mujeres. Mientras que el 2018 fue el año con la disparidad más pronunciada, solo el 28% del total de la población beneficiaria fueron mujeres.

Gráfica 3. Becas, créditos y becas-crédito para doctorado según el sexo del beneficiario, 2017 - 2021



Fuentes: Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación; ICETEX y Colfuturo

Cálculos: OCyT

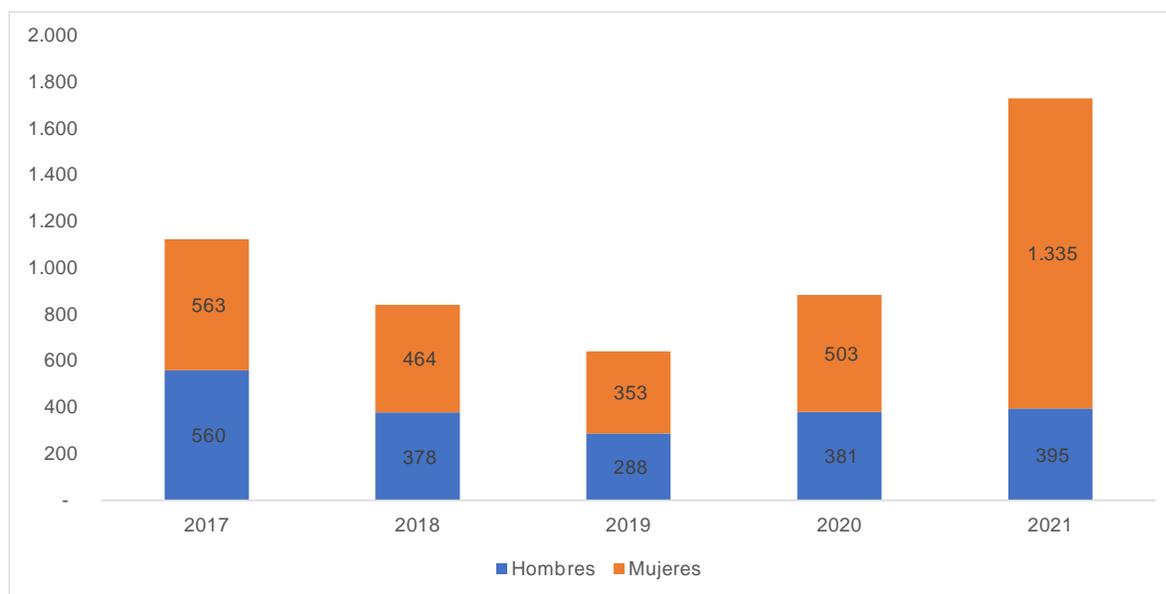
Además de los mecanismos para financiar formación de alto nivel, existe el programa Jóvenes Investigadores e innovadores y el programa de estancias posdoctorales, ambos diseñados para fortalecer la capacidad científica del país, con el primero, incentivando las vocaciones científicas, y con el segundo la incorporación de los profesionales con formación doctoral a los diferentes sectores del sistema productivo.

La **Gráfica 4** muestra por sexo y para cada año en la ventana de observación, el número de beneficiarios del programa Jóvenes Investigadores e Innovadores. La selección de estos jóvenes se hace por concurso en convocatoria hecha por MinCiencias, en la que se requiere que los participantes cumplan con los siguientes tres requisitos: i. haber egresado recientemente de pregrado (máximo 3 años) o ser estudiante pendiente de graduación; ii. tener un promedio de 3,8 en una escala de 1-5; iii. tener una propuesta de investigación avalada previamente por un grupo de investigación reconocido para ser desarrollada en un periodo de máximo 12 meses.

El programa inició en el 2009 con 764 beneficiarios (mujeres: 56%) y en los 13 años de existencia del programa el número de mujeres ha superado el número de hombres. Sin embargo, los datos en la **Gráfica 4** muestran que el 2021 es el año con el número más alto de beneficiarios del programa en toda su historia (1.730) y es el año en el que el

número de mujeres beneficiarias superó en más de tres veces el número de hombres en el programa. Este dato indica por un lado que, desde MinCiencias, de manera continua se han estado tomando medidas para favorecer la participación de mujeres en la ciencia, y que diversas acciones de apropiación social del conocimiento y comunicación de la ciencia realizadas por diferentes instituciones y canales pueden estar moviendo el interés de las mujeres a participar en este tipo de programas. Futuros estudios podrían dar cuenta del impacto de este programa para determinar cuántas de las personas beneficiarias del programa optan por una profesión asociada con la academia y la ciencia, por ejemplo, cuántas de estas personas completan estudios doctorales. El **Anexo 1** muestra el número de jóvenes investigadores e innovadores apoyados por MinCiencias según sexo, 2009 - 2021

Gráfica 4. Jóvenes investigadores e innovadores apoyados por MinCiencias según sexo, 2017 - 2021



Fuentes: Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación

Cálculos: OCyT

Al revisar las grandes áreas OCDE con las que están asociados los proyectos de la población beneficiaria del programa de jóvenes investigadores e innovadores, la **Tabla 11** muestra que, para los años en la ventana de observación, se han desarrollado más proyectos en ciencias médicas y de la salud. Del total de los 1,730 proyectos seleccionados en el 2021, el 55% estaban asociados con las Ciencias naturales y exactas, convirtiendo esta gran área en la 2da con mayor número acumulado de

proyectos, seguido por las Ciencias médicas y de la salud, siendo las Ciencias agrícolas con el acumulado de proyectos más bajo. En relación con las Ciencias sociales y las Humanidades la fuente provee solo datos agregados para estas estas dos áreas. Aunque para el periodo 2017 - 2021 se observa una disminución en el número de proyectos asociados con el gran área de Ingeniería y Tecnología, como puede verse en el **Anexo 2**, en los 13 años del programa esta es el área con el mayor acumulado de proyectos realizados por los jóvenes investigadores e innovadores.

Tabla 11. Jóvenes investigadores e innovadores según gran área OCDE, 2017 - 2021

Gran área OCDE	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Ciencias naturales y exactas	99	137	100	94	944	1.374
Ingeniería y Tecnología	79	60	173	92	143	547
Ciencias médicas y de la salud	26	138	250	575	464	1.453
Ciencias agrícolas	54	9	20	24	45	152
Ciencias sociales y humanidades	94	148	88	99	134	563
Sin clasificar	771	350	4	0	0	1.125
Total	1.123	842	635	884	1.730	5.214

Fuente: Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación

Cálculos: OCyT

Nota: Para el año 2017 solo se tiene la desagregación por gran área OCDE 771 para 2017; 350 para 2018 y 4 para 2019. Sin embargo, estas cantidades fueron agregadas al total, por ejemplo, para el 2017 solo aparecen clasificados en áreas OCDE 352 proyectos que sumandos con los 771 que no están clasificados da un total de 1123.

Por su parte, el programa de estancias postdoctorales diseñado para promover y facilita la vinculación de profesionales colombianos, que ya han finalizado el ciclo de formación de alto nivel con un título doctoral, a entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. En los cinco años de existencia del programa, las universidades y centros de investigación han sido las instituciones con el mayor número de profesionales en estancias postdoctorales (69%), seguido por las empresas y las organizaciones no gubernamentales y en menor escala las organizaciones gubernamentales (**Tabla 12**).

Tabla 12. Estancias posdoctorales financiadas por MinCiencias por tipo de institución, 2017 - 2021

Tipo de Institución	2017	2018	2019	2020	2021
Empresas y organizaciones no gubernamentales	35	28	75	17	142
Instituciones gubernamentales	9	4	4	14	12
Universidades y centros de investigación	104	147	122	215	45
No clasificados	0	0	13	0	1
Total	148	179	201	246	200

Fuentes: Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación

Cálculos: OCyT

La **Tabla 13** muestra la clasificación de las investigaciones desarrolladas durante la estancia doctoral por grandes áreas OCDE y sexo del investigador. Las Ciencias naturales es la gran área con el mayor número de proyectos acumulados durante el quinquenio de vida del programa (28%) y en menor escala están los proyectos asociados con la gran área de Humanidades (1,33%). La baja participación en el programa puede estar asociada con el hecho de que las personas doctoradas en Humanidades no encuentran las estancias posdoctorales atractivas para el ejercicio profesional, o que las condiciones de los términos de referencia de las estancias restringen el desarrollo de proyectos de investigación en esta área. Estas hipótesis requieren ser exploradas en estudios posteriores.

En relación con el sexo biológico de los participantes en el programa, un 45% de ellos son mujeres; los datos desagregados por área OCDE muestran que la diferencia entre sexos está más acentuada en la gran área de Ingeniería y Tecnología, donde las mujeres representan solo un 28% del total de la población haciendo estancias asociadas con esta área. Específicamente para el 2021, y en relación con los años anteriores, el número de estancias posdoctorales aumentó en todas las grandes áreas OCDE menos en Ciencias agrícolas, la cual se redujo en un 79%. Por otra parte, los datos muestran un aumento en el número de mujeres en estancias posdoctorales, y este aumento es más notorio en estancias asociadas con las Ciencias naturales y con la Ingeniería y Tecnología, áreas en las que, de manera recurrente en todos los ciclos de formación, ha existido una brecha de sexo a favor de los hombres.

Tabla 13. Personas en estancias postdoctorales por sexo área OCDE y año de convocatoria, 2017 - 2021

Gran área OCDE	Año	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Ciencias agrícolas	Mujer	3	10	5	11	1	30
	Hombre	4	4	4	13	4	29
	Total	7	14	9	24	5	59
Ciencias médicas y de la salud	Mujer	5	17	16	8	16	62
	Hombre	7	11	7	9	10	44
	Total	12	28	23	17	26	106
Ciencias naturales	Mujer	24	26	29	5	43	127
	Hombre	27	41	44	11	25	148
	Total	51	67	73	16	68	275
Ciencias sociales	Mujer	5	10	18	5	7	45
	Hombre	6	6	13	8	13	46
	Total	11	16	31	13	20	91
Humanidades	Mujer	1	0	3	1	4	9
	Hombre	0	0	3	0	1	4
	Total	1	0	6	1	5	13
Ingeniería y Tecnología	Mujer	10	16	16	8	18	68
	Hombre	18	38	43	16	57	172
	Total	28	54	59	24	75	240
Sin clasificación	Mujer	19	0	0	80	1	100
	Hombre	19	0	0	71	0	90
	Total	38	0	0	151	1	190
Total		148	179	201	246	200	974

Fuentes: Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación

Cálculos: OCyT, 2022

La información presentada hasta aquí en relación con los programas de financiación para estudios de alto nivel y los incentivos para estimular, a través del trabajo remunerado, la formación científica (programa jóvenes Investigadores) y el uso de habilidades científicas para generar desarrollo en las diferentes instituciones del SNCTel (estancias postdoctorales) revelan aspectos en los que estos mecanismos han sido efectivos, por ejemplo para aumentar la participación de la mujer en las actividades científicas, y

muestran aspectos donde estos mecanismos necesitan ser ajustados por ejemplo para incentivar la formación de alto nivel en programas asociados con las ciencias agrícolas.

Conclusiones y reflexiones

Los indicadores descritos en este capítulo dan cuenta de algunos de los aspectos que caracterizan la formación de recurso humano para CTel en el país, y pueden servir de insumo para la construcción de los perfiles que, en recursos humanos, se requieren para el desarrollo de las cinco misiones propuestas por la Misión de sabios²⁰ con el fin de hacer de Colombia una sociedad basada en el conocimiento.

Los datos reportados en este capítulo son evidencia de que las estrategias implementadas por diferentes actores del SNCTel han contribuido a la reducción de la brecha de acceso a la educación para hombres y mujeres. Sin embargo, a medida que se avanza en el nivel de formación la brecha favorece a los hombres significativamente, tanto en posibilidades de financiación para recibir formación doctoral, como en el monto del salario recibido.

Existe una relación estrecha entre el nivel de formación y el ingreso salarial donde personas con más altos niveles de formación tienen salarios más altos, sin embargo, esta relación no es tan evidente para las mujeres. A medida que se avanza en la escala salarial, el número de mujeres devengando este salario disminuye. Esta información corrobora la brecha salarial de 12,9% publicada por el DANE para el 2019, donde por cada 100 pesos de salario que recibe un hombre, una mujer solo recibe 87,6 pesos.

Aunque en Colombia, la Ley 1496 de 2011, establece mecanismos para erradicar cualquier forma de discriminación y se dictan otras disposiciones para garantizar la igualdad salarial entre mujeres y hombres, los datos presentados en este capítulo son evidencia de la necesidad de continuar buscando los mecanismos para cerrar la disparidad salarial entre hombre y mujeres. Por otra parte, para promover una educación inclusiva desde la docencia y la investigación, es necesario facilitar la formación doctoral para mujeres en diferentes áreas del conocimiento. Según datos del SNIES²¹, al 2020, la

²⁰ [Misión de sabios, 2019](#)

²¹ Fuente: <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>

planta de docentes universitarios en Colombia estaba conformada por 15.778 profesionales, de los cuales el 45% son mujeres y de ellas solo el 15% tiene formación doctoral.

El logro de los propósitos de las misiones propuestas por la Misión de Sabios en 2019 requiere del trabajo interdisciplinario entre los diferentes niveles de formación (Alto nivel, universitario, técnico, tecnológico), diferentes formas y áreas de conocimiento. Los datos sobre la interacción entre las diferentes áreas del conocimiento (grandes áreas OCDE de conocimiento) y graduados, muestran que la formación de alto nivel en Colombia tiene una alta demanda para maestría y doctorado en programas asociados con el área de Ciencias sociales y de Ingeniería y Tecnología. Sin embargo, al otro extremo, se encuentran los programas asociados con las Ciencias agrícolas, los cuales además de ser menos en número, es también la gran área en la que hay menos graduados de maestría y de doctorado.

La experticia de alto nivel en las ciencias agrícolas además de ser necesaria para garantizar la seguridad alimentaria es fundamental para el desarrollo del país por cuanto genera comercio y empleo, especialmente siendo Colombia un país donde el 80% de su territorio fue clasificado como rural en estudio adelantado por la CEPAL en 2017²². Las múltiples disciplinas que convergen en las ciencias agrícolas permiten que diversos estilos de aprendizaje, talentos e intereses puedan ser explorados a través del estudio de esta área.

Los análisis y los indicadores aquí presentados son evidencia del estado de la formación de recurso humano en Colombia para CTel en un periodo de tiempo y de ninguna manera son el punto de llegada de este proceso, sin embargo dado que el desarrollo de las capacidades y del conocimiento es dinámico, estos indicadores pueden servir de referencia y ser útiles para las instituciones del SNCTel para auto monitorear sus procesos y cuando sea pertinente actualizar al OCyT sobre la existencia de otras variables que no hayan sido tenidas en cuenta en este análisis.

²² Ramírez, J., De Aguas, J., (2017). Configuración territorial de las provincias de Colombia: ruralidad y redes. Repositorio digital, CEPAL. Recuperado el 11 de octubre de 2022 <http://hdl.handle.net/11362/40852>

Nota metodológica

La información para la construcción de este capítulo fue suministrada por el Ministerio de Educación Nacional - MEN, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - MinCiencias, la Fundación para el Futuro de Colombia - Colfuturo y el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior - ICETEX.

Como referente conceptual para la definición de recurso humano se usan el Manual de Canberra y el Manual de Frascati. Además, se han endorsado las convenciones sugeridas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para la clasificación de las áreas del conocimiento y para la clasificación de los niveles de escolaridad, esto con el fin de hacer los indicadores comparables con los de otros países miembros de la organización, lo cual puede, entre otros, facilitar el intercambio de talento a partir del potencial existente en los países de la organización.

El Ministerio de Educación Nacional - MEN realiza auditorias periódicas a la información reportada por las instituciones de educación superior - IES, esto explica diferencias con los datos suministrados en previos reportes de indicadores generados por el Observatorio colombiano de Ciencia y tecnología - OCyT.

La variación en el número de graduados para los niveles de técnica profesional y tecnológica, en relación con las cifras reportadas en años anteriores, obedece a la obtención de registro calificado de programas del SENA.

El esquema OCDE de categorización de áreas (2006) corresponde con la clasificación presentada por el Manual de Frascati²³ en la revisión hecha en 2002 de las áreas de

²³ OCDE (2018), Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental, OECD Publishing, Paris/FEYCT, Madrid, <https://doi.org/10.1787/9789264310681-es>.

El Manual de Frascati (2015) es elaborado por la OCDE y es el principal manual de referencia metodológica para medir las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Estandariza la producción y el tratamiento de los indicadores de Investigación y Desarrollo (I+D). La primera edición fue publicada en 1963. A hoy tiene su séptima edición y es promovido por el grupo de trabajo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología de la OCDE (NESTI), con el apoyo de la División de Análisis y Estadísticas Económicas (EAS) de la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación de la OCDE (CTI). El Manual proporciona los conceptos y categorías esenciales utilizados en las actividades de I + D y destaca la atención a la globalización de la I + D. La OCDE ha publicado otros manuales metodológicos conocidos como la "Familia Frascati", entre los que se destacan el Manual de Oslo sobre innovación, el Manual de pagos tecnológicos (1990), el Manual de patentes (1994) y el Manual de Canberra (1995) sobre recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología.

ciencia y tecnología FOS (por sus iniciales en inglés, field of science and technology). La clasificación se presenta en dos niveles: áreas y disciplinas. Las seis áreas principales (Ciencias Naturales, Humanidades, Ciencias Médicas y de la Salud, Ciencias Sociales, Ciencias agrícolas, Ingeniería y Tecnología) compuestas por 42 disciplinas que aglutinan las áreas interdisciplinarias y tienen su equivalente con las categorías establecidas por Web of Science ([WoS](#))

Por su parte, el núcleo básico del conocimiento - NBC es la clasificación, hecha por el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior - SNIES de las áreas del conocimiento y los programas de formación según sus campos, disciplinas o profesiones esenciales. El SNIES ha identificado 55 núcleos básicos del conocimiento para las seis áreas principales (**Tabla 3**) y esta es la clasificación que se usa a lo largo de este capítulo. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que un mismo núcleo del conocimiento puede estar asociado con diferentes áreas dependiendo del énfasis del programa, lo cual indica que, por ejemplo, no todos los programas de formación en Física son contabilizados en Ciencias naturales y exactas.

Anexos

Anexo 1. Jóvenes investigadores e innovadores apoyados por MinCiencias según sexo, 2009 – 2021

Sexo	Hombres	Mujeres	Total
2009	335	429	764
2010	396	555	951
2011	429	571	1.000
2012	528	583	1.111
2013	445	526	971
2014	403	489	892
2015	275	283	558
2016	296	334	630
2017	560	563	1.123
2018	378	464	842
2019	288	353	641
2020	381	503	884
2021	395	1.335	1.730

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – MinCiencias

Cálculos: OCyT

Nota: Para el año 2017 solo se tiene la desagregación por gran área OCDE 771 para 2017; 350 para 2018 y 4 para 2019. Sin embargo, estas cantidades fueron agregadas al total, por ejemplo, para el 2017 solo aparecen clasificados en áreas OCDE 352 proyectos que sumados con los 771 que no están clasificados da un total de 1123.

Anexo 2. Jóvenes investigadores apoyados por MinCiencias según área OCDE, 2009 – 2021

Gran área OCDE / Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Ciencias naturales y exactas	139	124	273	304	272	351	241	93	99	137	100	94	944	2.133
Ingeniería y tecnología	124	194	224	346	212	216	150	427	79	60	173	92	143	2.205
Ciencias médicas y de la salud	188	178	113	188	166	199	119	57	26	138	250	575	464	1.622
Ciencias agrícolas	94	186	107	143	126	72	44	33	54	9	20	24	45	888
Ciencias sociales y humanidades	219	269	283	130	231	173	4	110	94	148	88	99	134	1.749
Sin clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	771	350	4	0	0	1.125
Total	764	951	1.000	1.111	1.007	1.011	558	720	1.123	842	635	884	1.730	9.722

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – MinCiencias

Cálculos: OCyT

Nota: Para el año 2017 solo se tiene la desagregación por gran área OCDE 771 para 2017; 350 para 2018 y 4 para 2019. Sin embargo, estas cantidades fueron agregadas al total, por ejemplo, para el 2017 solo aparecen clasificados en áreas OCDE 352 proyectos que sumandos con los 771 que no están clasificados da un total de 1123.

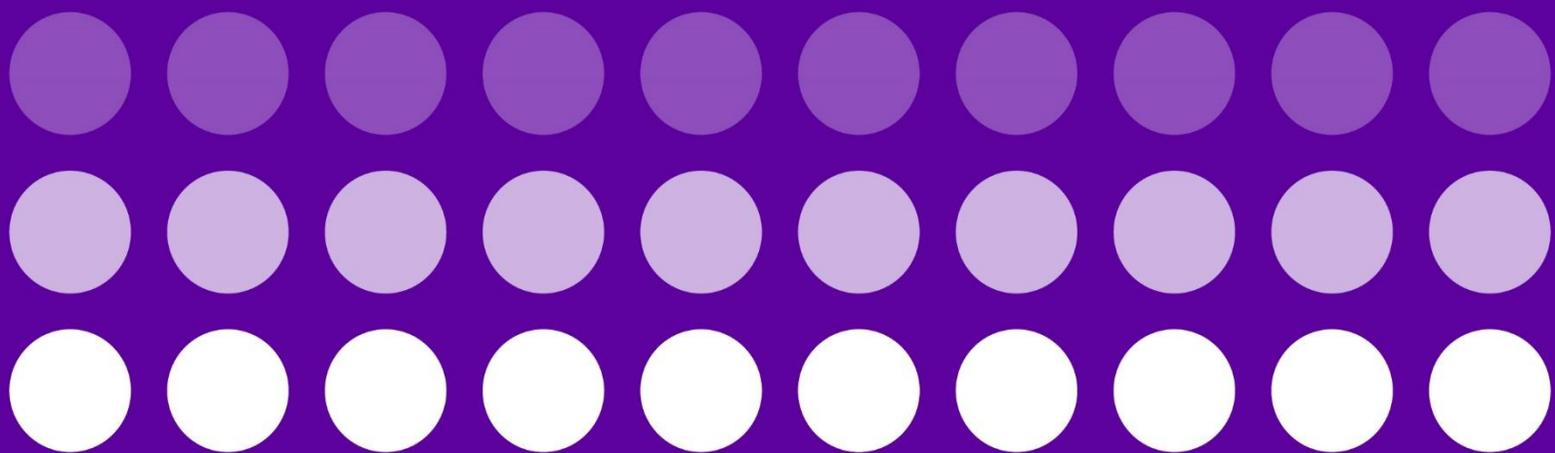


Alida María Acosta
Área de Capacidades

amacosta@ocyt.org.co

PhD en ciencias cognitivas y economía del comportamiento (UK). Aplica los modelos experimentales y los principios de las ciencias del comportamiento al analizar los hábitos, incentivos y preferencias que mueven la toma de decisiones en escenarios de cooperación.

Experiencia en docencia a diferentes niveles escolares e investigadora del comportamiento humano. En el sector público ha diseñado e implementado innovaciones de proceso para facilitar el diálogo y la cooperación entre el estado y la sociedad. Gestora de iniciativas para el fomento de la interacción entre las diversas formas de arte y la ciencia.



CAPÍTULO 3

CAPACIDADES

Capítulo 3 · Capacidades

Capacidades en recurso humano: el motor de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) en Colombia

Autores: Juan Corredor, Darío Albis

Introducción

Colombia cuenta con un gran número de investigadores y grupos de investigación que trabajan día a día en diferentes áreas del conocimiento con el objetivo de contribuir al desarrollo científico y tecnológico del país. Estos investigadores buscan generar nuevo conocimiento y aplicarlo para resolver problemas sociales y económicos que afectan sus territorios. Gracias al esfuerzo conjunto de los investigadores, se han logrado importantes avances en distintas áreas de la ciencia como la biotecnología, la nanotecnología, la ingeniería y la medicina, entre otras.

De acuerdo con MinCiencias, un grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación es un “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 (tendiente a la solución de un problema)”²⁴. Estos grupos son esenciales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia, ya que permiten la generación de conocimiento nuevo, la formación de nuevos investigadores y la transferencia de tecnología a la sociedad.

La importancia de que los investigadores y grupos hagan sus aportes al país radica en que la investigación y la innovación son factores clave para el desarrollo económico y social de una nación. Los avances en ciencia y tecnología pueden contribuir significativamente a la creación de empleos de alta calidad, al aumento de la productividad, a la mejora de la salud y la calidad de vida de la población, entre otros beneficios. Para que este recurso humano tenga un impacto significativo en el desarrollo

²⁴ En línea disponible en: [https://minciencias.gov.co/glosario/grupo-investigacion#:~:text=Se%20entiende%20como%20Grupo%20de,soluci%C3%B3n%20de%20un%20problema\)%E2%80%9D](https://minciencias.gov.co/glosario/grupo-investigacion#:~:text=Se%20entiende%20como%20Grupo%20de,soluci%C3%B3n%20de%20un%20problema)%E2%80%9D).

del país, es necesario contar con una radiografía actualizada de las características y dinámicas de la ciencia.

La convocatoria 894 de 2021 de MinCiencias en Colombia tiene como propósito recopilar información actualizada sobre los investigadores y grupos de investigación en el país. Esta iniciativa tiene como objetivo fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en Colombia a través de la comprensión del panorama actual de la cantidad de investigadores y grupos en diferentes áreas del conocimiento²⁵.

La información recolectada a través de la Convocatoria 894 de 2021 de MinCiencias será valiosa para fortalecer la colaboración y el trabajo en red entre los investigadores y grupos de investigación en Colombia. Esto permitirá promover la generación y transferencia de conocimiento, así como el desarrollo de soluciones innovadoras a los desafíos actuales en diferentes áreas del conocimiento, esto es un paso importante para mejorar las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en Colombia, al permitir obtener una radiografía precisa de la cantidad y especialización de los investigadores y grupos de investigación en el país. Con esta información, se podrá desarrollar políticas y estrategias más efectivas para promover el avance de la ciencia y la tecnología en Colombia, y contribuir al desarrollo económico y social del país.

Cabe destacar que contar con información actualizada sobre los investigadores y grupos de investigación en Colombia es fundamental para poder identificar y priorizar las áreas de investigación que requieren mayor atención y financiamiento. De esta manera, se garantiza que los proyectos de investigación financiados por MinCiencias sean de alta calidad y tengan un impacto significativo en la sociedad.

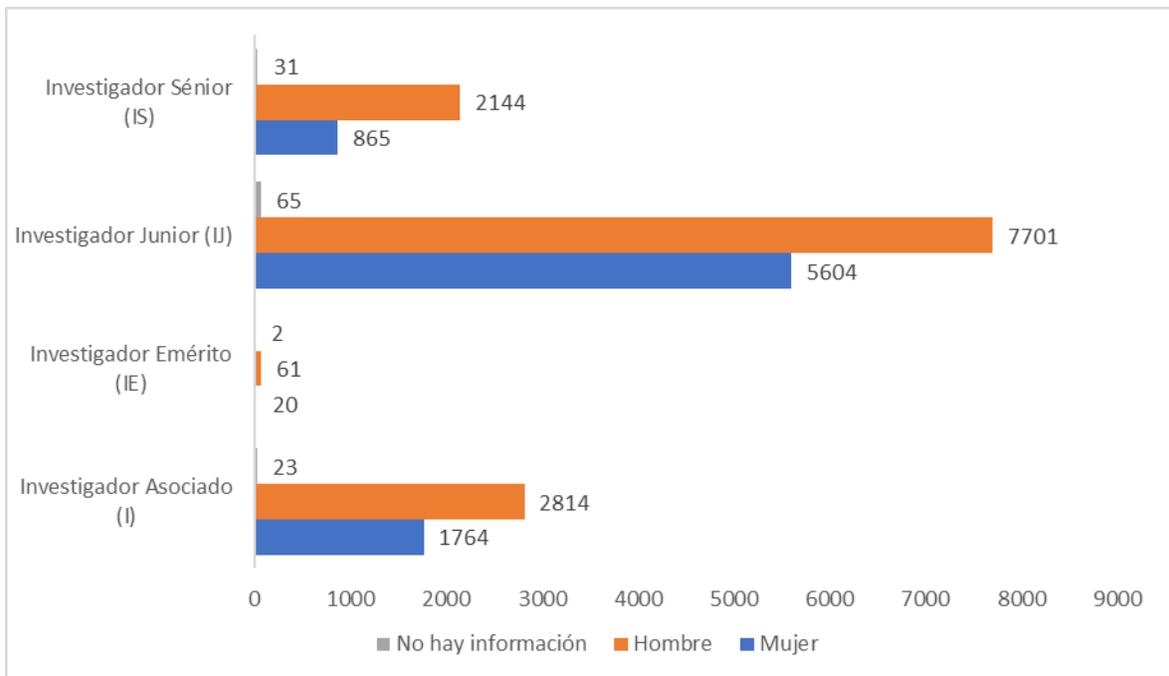
A continuación, se presenta el resumen de los indicadores de capacidades desde la perspectiva de los insumos o entradas del proceso de innovación dentro del sistema de ciencia de Colombia. Esto incluye métricas sobre: investigadores y grupos de investigación.

²⁵ https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/adenda_no._1_convocatoria_894-2021.pdf

Investigadores

La distribución por categoría y sexo biológico de los investigadores es un tema relevante en la equidad de género en la ciencia y la tecnología. De acuerdo con la información presentada en la **Gráfica 1**, se observa que la cantidad de hombres en los cuatro tipos de investigadores es mayor que la cantidad de mujeres en cada uno de ellos. Este hallazgo sugiere que aún se requieren esfuerzos adicionales para alcanzar la paridad en la distribución por sexo de la participación de los investigadores de Colombia.

Gráfica 1. Distribución de los investigadores por categoría y sexo



Fuente: Base de datos ScienTI - MinCiencias

La **Gráfica 1** presenta la distribución de la cantidad de hombres y mujeres dentro de las siguientes cuatro categorías de investigadores: Asociado (I), Emérito (IE), Junior (IJ) y Senior (IS). Se identifica dentro de las cuatro categorías, un total de 12.720 hombres y 8.253 mujeres, lo que representa el 60,3% y el 39,1% respectivamente. Se observa que, existe una mayor proporción de hombres que de mujeres dentro de los grupos.

En cuanto al tipo de investigador, el mayor número de mujeres se encuentra en la categoría de Investigador Junior (IJ), con un total de 5.604 mujeres, mientras que la

categoría con menor cantidad de mujeres es la de Investigador Emérito (IE), con 20 mujeres. En ese sentido, la categoría con mayor cantidad de hombres es la de Investigador Junior (IJ), con un total de 7.701 hombres, mientras que la categoría con menor cantidad de hombres es la de Investigador Emérito (IE), con solo 61 hombres. Esto no es sorprendente porque la categoría IE, agrupa el menor volumen de investigadores.

La edad de los investigadores es un dato clave dentro del análisis de las capacidades de un sistema de ciencia. La **Tabla 1** presenta datos sobre la cantidad de mujeres y hombres en diferentes rangos de edad. En general, se observa que hay más hombres que mujeres en todos los rangos de edad, aunque la diferencia es más pronunciada en los grupos de mayor edad.

Se observa una distribución uniforme de la proporción de mujeres dentro de los grupos etarios. Esta se estima en un 38%. La mayor proporción de mujeres se identifica dentro del grupo de 30-40 años mientras la más baja se encuentra en los mayores de 60 años.

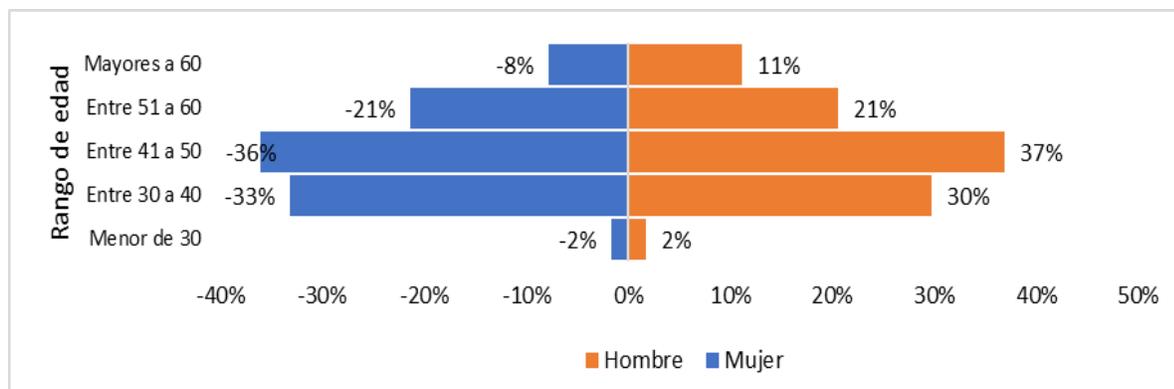
Tabla 1. Investigadores reconocidos por rango etario y sexo

Rango de edad	Mujer	Hombre	Porcentaje	Total
Menor de 30	134	223	38%	357
Entre 30 a 40	2.738	3.776	42%	6.514
Entre 41 a 50	2.985	4.688	39%	7.673
Entre 51 a 60	1.764	2.621	40%	4.385
Mayores a 60	642	1.413	31%	2.055
Total	8.263	12.721		20.984

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias

Cálculos: OCyT.

Gráfica 3. Porcentaje tendencia poblacional de investigadores reconocidos por Colciencias según sexo y rango etario.



Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias

Cálculos: OCyT.

La **Tabla 2**, muestra la distribución por sexo biológico de los investigadores por áreas de conocimiento y por grupos de edad. En general, se observa que hay más mujeres que hombres en las áreas de ciencias médicas y de la salud, ciencias sociales, y humanidades. Por otro lado, hay más hombres que mujeres en las áreas de ciencias agrícolas, ciencias naturales, e ingeniería y tecnología.

Tabla 2. Investigadores reconocidos por MinCiencias en la convocatoria 894 de 2021 según rango etario y área OCDE.

Áreas/ Edades	Ciencias agrícolas		Ciencias médicas y de la salud		Ciencias naturales		Ciencias sociales		Humanidades		Ingeniería y tecnología	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Menor de 30	0%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%
Entre 30 a 40	40%	30%	33%	28%	37%	31%	27%	25%	23%	23%	42%	34%
Entre 41 a 50	33%	33%	34%	33%	36%	36%	39%	38%	39%	40%	37%	40%
Entre 51 a 60	21%	23%	23%	22%	19%	21%	24%	24%	26%	25%	15%	18%
Mayores a 60	5%	13%	10%	14%	7%	10%	9%	12%	11%	12%	4%	7%

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias

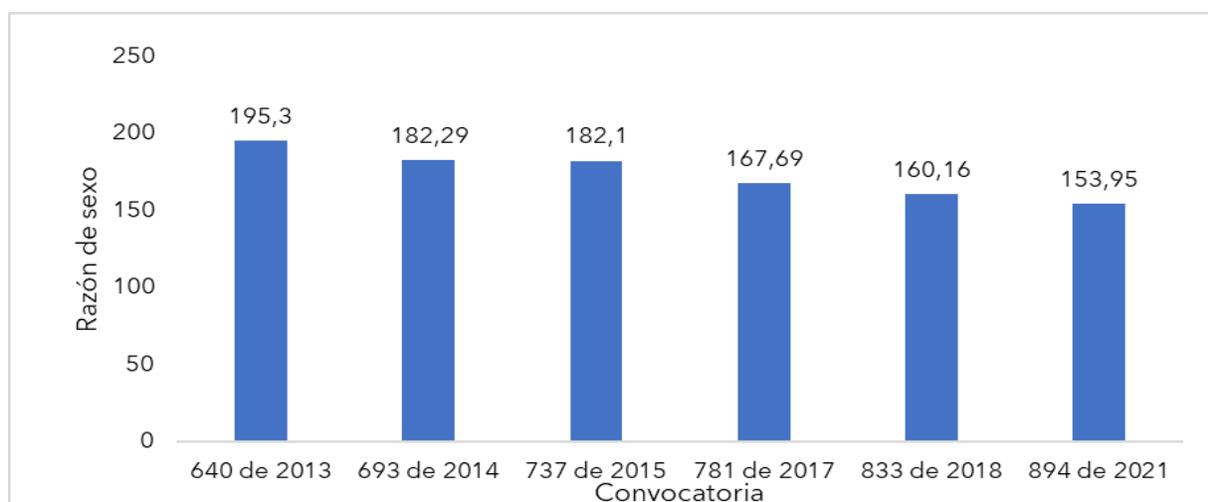
Cálculos: OCyT.

La razón de sexo se define como una medida que se utiliza para describir la proporción de individuos de un determinado sexo en una población o muestra. Por lo general, se expresa como el número de individuos de un sexo dividido por el número de individuos del otro sexo. La **Tabla 2**, muestra los porcentajes de participación de las mujeres por áreas de conocimiento a partir de los datos de la convocatoria 894 de 2021. Como complemento, la **Gráfica 2**, muestra la tendencia en la variación de la razón de sexos en las diferentes convocatorias de medición de grupos.

Por ejemplo, en la convocatoria 640 de 2013, el valor del indicador de la razón de sexos fue de 195,3, lo que refleja que había una distribución con proporción mayoritaria de hombres respecto a las mujeres. En contraste, dentro de la convocatoria 894 de 2021, se estima la razón de sexos en 153,95. Esta disminución de 41,35 puntos revela como se ha transformado la proporción de participación de hombres en comparación con las mujeres dentro de los grupos de investigación.

Esta disminución en la razón de sexos puede ser un indicador de que hay una mayor participación de mujeres en los procesos de selección, lo que es una señal positiva de que las mujeres están ganando terreno en campos donde históricamente han sido subrepresentadas.

Gráfica 2. Tendencia de la razón de sexo para los investigadores reconocidos por MinCiencias en las convocatorias (2013 - 2021).



Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias

Cálculos: OCyT.

Una vez analizadas las cifras de grupos etarios y distribución por sexo, se analizan a continuación los indicadores de jóvenes investigadores.

Jóvenes investigadores

En un sistema de ciencia, la edad de los investigadores muestra la capacidad en términos de recurso humano disponible para continuar con la dinámica de producción en CTel. Los indicadores de jóvenes investigadores permiten tener un inductor de la tasa de recambio disponible de talento humano dentro de los grupos en Colombia. El apoyo a jóvenes investigadores se da a través de distintas convocatorias y programas de financiación que buscan promover su formación y el desarrollo de sus proyectos de investigación. Estos programas están diseñados para jóvenes con títulos de pregrado, maestría y doctorado, que buscan llevar a cabo proyectos de investigación en diferentes áreas del conocimiento.

La **Tabla 3**, resume las cifras del número de jóvenes investigadores por área de conocimiento, apoyados entre los años 2016 - 2021. Un total de 883 postulantes del área de ingeniería, fueron apoyados en el periodo. En contraste, 180 del área de ciencias agrícolas fueron beneficiados.

Tabla 3. Jóvenes investigadores apoyados por MinCiencias según área OCDE, 2009 – 2021

Área OCDE	2016	2017	2018	2019	2021
Ciencias naturales y exactas	93	99	137	100	210
Ingeniería y tecnología	427	79	60	173	144
Ciencias médicas y de la salud	57	26	138	250	60
Ciencias agrícolas	33	54	9	20	64
Ciencias sociales y humanidades	110	94	148	88	185
Sin clasificar	0	771	350	4	0
Total	720	1.123	842	635	663

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias,

Cálculos: OCyT.

Distribución de las tipologías de productos dentro de la producción de los investigadores

Tabla 4: Distribución por sexo y rango etario de diferentes tipos de productos reconocidos por MinCiencias.

Tipo de producto	Apropiación social del conocimiento			Desarrollo tecnológico e innovación			Formación de recurso humano en CTel			Generación de nuevo conocimiento			Sin clasificación		
	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	Total
Rango etario															
Menor de 30	0,26%	0,39%	0,65%	0,43%	0,55%	0,99%	0,11%	0,16%	0,27%	0,24%	0,47%	0,71%	0,19%	0,29%	0,48%
Entre 30 a 40	8,73%	11,09%	19,82%	9,93%	16,01%	25,95%	6,07%	9,23%	15,30%	6,46%	12,25%	18,71%	7,18%	9,74%	16,92%
Entre 41 a 50	14,21%	20,53%	34,74%	13,72%	24,08%	37,79%	13,21%	23,09%	36,30%	11,23%	23,87%	35,10%	14,64%	21,78%	36,42%
Entre 51 a 60	12,00%	16,90%	28,90%	10,23%	14,88%	25,11%	11,66%	19,32%	30,97%	9,19%	19,13%	28,33%	12,62%	17,18%	29,81%
Mayores a 60	5,32%	10,57%	15,89%	3,19%	6,98%	10,17%	4,91%	12,25%	17,16%	4,23%	12,92%	17,15%	5,54%	10,83%	16,37%
Total	40,52%	59,48%	100,00%	37,50%	62,50%	100,00%	35,96%	64,04%	100,00%	31,36%	68,64%	100,00%	40,18%	59,82%	100,00%

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias, cálculos OCyT.

Cálculos: OCyT.

La **Tabla 4**, resume las cifras sobre los porcentajes de distribución de los productos registrados por los investigadores según sexo y categorías de edad. Estos tipos de productos incluyen las áreas de: apropiación social del conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, formación de recurso humano en CTel y generación de nuevo conocimiento. Se presenta una cifra sobre porcentaje de productos sin clasificación.

En general, los hombres tienen una producción científica mayor que las mujeres en todas las categorías de edad y tipos de productos. Esto no es sorprendente porque existe un mayor número de hombres dentro de los grupos de investigación. Sin embargo, la brecha de la proporción de productos según sexo dentro de los grupos varía según la categoría de edad y el tipo de producto.

En la categoría de edad menor de 30 años, las mujeres tienen una producción científica menor que los hombres en todas las categorías de productos. En la categoría de edad de 30 a 40 años, la brecha de género es menor en la apropiación social del conocimiento y en la generación de nuevo conocimiento, mientras que es mayor en el desarrollo tecnológico e innovación y en la formación de recurso humano en CTel. En la categoría de edad de 41 a 50 años, las mujeres tienen una producción científica menor que los hombres en todas las categorías de productos, pero la brecha de género es menor en la generación de nuevo conocimiento y en la formación de recurso humano en CTel. En la categoría de edad de 51 a 60 años, la brecha de género es menor en la apropiación social del conocimiento y en la generación de nuevo conocimiento, mientras que es mayor en el desarrollo tecnológico e innovación y en la formación de recurso humano en CTel. En la categoría de edad mayor a 60 años, las mujeres tienen una producción científica menor que los hombres en todas las categorías de productos, pero la brecha de género es menor en la apropiación social del conocimiento y en la generación de nuevo conocimiento.

Grupos de investigación

En la convocatoria 894 de 2021, durante el proceso de medición y clasificación, se presentaron 7.115 registros en el aplicativo. De estos registros, 6.812 fueron avalados y 6.160 cumplieron los criterios para ser reconocidos como grupos (un 13,5% de los grupos que se presentaron, no cumplieron requisitos de reconocimiento). Los grupos medidos y clasificados se distribuyen de la siguiente manera: 849 en Grupos A1, 1.174 en Grupos A, 1.330 en Grupos B, 2.276 en Grupos C y 531 en la categoría Reconocido - Sin Clasificar (ver **Gráfica 3**). Es importante aclarar que estos números corresponden al total de grupos por

categoría, pero se realizó una clasificación para cada grupo en comparación con su gran área del conocimiento.

La **Tabla 5**, presenta la distribución de grupos de investigación según su antigüedad en años. Se puede observar que la mayoría de los grupos de investigación (46,9%) tienen entre 10 y 20 años de antigüedad, seguido por los grupos con 5-10 años de antigüedad que representan el 20% del total. Los grupos más jóvenes con 0-5 años de antigüedad representan el 11,9%, mientras que los grupos más antiguos con 20-40 años de antigüedad representan el 20,6% del total. Los grupos con más de 40 años de antigüedad son la minoría, representando solo el 0,6% del total.

Este análisis podría ser útil para entender cómo evoluciona la investigación en un campo determinado. Por ejemplo, si un área de investigación en particular muestra una gran cantidad de grupos con menos de 5 años de antigüedad, podría ser una señal de que hay un interés creciente en esa área y que podría haber una mayor producción de investigación en el futuro. Por otro lado, si una gran cantidad de grupos de investigación tienen más de 20 años de antigüedad, esto podría indicar que se necesita más renovación y nuevas perspectivas en ese campo.

Tabla 5. Grupos de investigación según rango de antigüedad en años.

Rango de # de años	# de grupos	%
0-5	734	11,9%
5-10	1.230	20,0%
10-20	2.888	46,9%
20-40	1.269	20,6%
40-60	39	0,6%
Total, general	6.160	100,0%

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias

Cálculos: OCyT.

La **Tabla 6** presenta el número de grupos de investigación en Colombia según la entidad territorial a la que pertenecen. En la columna de la derecha se muestran los porcentajes correspondientes a cada entidad territorial. La entidad con mayor número de grupos de investigación es Bogotá, D.C. con el 31,7% del total, seguida por Antioquia con el 13,5% y Valle del Cauca con el 7,7%. Este resultado, puede estar directamente relacionado con el nivel de madurez de los sistemas de

innovación de los departamentos (Departamento Nacional de Planeación, 2020) así como con los volúmenes de producción en ciencia (OCyT, 2020). Se observa que hay entidades con un bajo número de grupos de investigación como Vaupés y Arauca con solo 1 grupo cada una, y otras entidades con un porcentaje bajo como Guaviare y Putumayo con menos del 1% del total. Este tipo de análisis permite conocer la distribución geográfica de los grupos de investigación en Colombia y puede ser de utilidad para la toma de decisiones y la asignación de recursos en la investigación y el desarrollo.

Tabla 6. Distribución de grupos de investigación según entidad territorial

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN ENTIDAD TERRITORIAL		
Amazonas	10	0,2%
Antioquia	834	13,5%
Arauca	1	0,0%
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	6	0,1%
Atlántico	313	5,1%
Bogotá, D. C.	1.954	31,7%
Bolívar	201	3,3%
Boyacá	209	3,4%
Caldas	176	2,9%
Caquetá	37	0,6%
Casanare	16	0,3%
Cauca	117	1,9%
Cesar	59	1,0%
Chocó	36	0,6%
Córdoba	83	1,3%
Cundinamarca	163	2,6%
Guaviare	3	0,0%
Huila	79	1,3%
La Guajira	56	0,9%
Magdalena	78	1,3%
Meta	85	1,4%
Nariño	118	1,9%
No disponible	166	2,7%
Norte de Santander	160	2,6%
Putumayo	3	0,0%
Quindío	89	1,4%

Risaralda	170	2,8%
Santander	303	4,9%
Sucre	52	0,8%
Tolima	110	1,8%
Valle del Cauca	472	7,7%
Vaupés	1	0,0%
Total general	6.160	100,0%

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias-
Cálculos: OCyT.

La **Tabla 7**, muestra la distribución de los grupos de investigación por áreas OCDE. El área con mayor proporción de grupos de investigación es Ciencias Sociales con el 32,1% del total, seguida de Ingeniería y Tecnología con el 19,8% y Ciencias Médicas y de la Salud con el 16,9%. Sobresale que a pesar de que el área de ciencias médicas es la tercera proporción de grupos, es el primer volumen de producción en ciencia, mientras Ciencias Sociales teniendo la mayor cantidad de grupos, ocupa la tercera posición en volumen de producción por áreas de conocimiento.

Las áreas de Ciencias Naturales y Humanidades también cuentan con un número significativo de grupos de investigación, representando el 17,1% y 9,3% del total, respectivamente.

Es importante destacar que la distribución de grupos de investigación por áreas puede ser un reflejo de las prioridades y necesidades de investigación en el país. Tal es el caso de la problemática de seguridad alimentaria y dependencia de la importación de alimentos y fertilizantes, que se ha puesto en evidencia en el contexto de la invasión por parte de Rusia a Ucrania, que muestran la necesidad de fortalecer el número de grupos de investigación en ciencias agrícolas.

Tabla 7. Grupos de investigación según área de la ciencia y la tecnología OCDE.

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN ÁREA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA OCDE		
Ciencias Agrícolas	303	4,9%
Ciencias Médicas y de la Salud	1.039	16,9%
Ciencias Naturales	1.052	17,1%
Ciencias Sociales	1.975	32,1%
Humanidades	572	9,3%
Ingeniería y Tecnología	1.218	19,8%
No registra	1	0,0%
Total general	6.160	100,0%

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias,

Cálculos: OCyT.

La **Tabla 8**, presenta información sobre la calidad de los artículos publicados por grupos reconocidos. En total, se registraron 156.218 artículos de investigación, y se clasificaron según su calidad en las categorías A1, A2, B, C y D. La cantidad de los artículos publicados por los grupos reconocidos se distribuye de la siguiente manera: 43.625 artículos con calidad A1, 24.755 con calidad A2, 37.852 con calidad B, 24.968 con calidad C y 25.018 con calidad D. Esto indica que la mayoría de los artículos publicados por los grupos reconocidos se encuentran en la categoría de calidad A1 (28%) y B (24%), mientras que los artículos con calidad D (16%) tienen la menor cantidad. Esta cifra contrasta con el bajo número de revistas de Publindex dentro de la máxima categoría (A1) y muestra que existe un potencial de crecimiento de la calidad de las revistas de Colombia a partir de la publicación de una proporción de esa producción de alto impacto dentro de las revistas locales. Esta información proporcionada puede ser útil para evaluar la producción académica y científica de los grupos reconocidos, así como su impacto en la comunidad científica.

Tabla 8: Numero de artículos publicados por grupos reconocidos

NÚMERO DE ARTÍCULOS PUBLICADOS POR GRUPOS RECONOCIDOS	
Tipología de los artículos de investigación	156.218
Artículos de investigación con clasificación A1	43.625
Artículos de investigación con clasificación A2	24.755
Artículos de investigación con clasificación B	37.852
Artículos de investigación con clasificación C	24.968
Artículos de investigación con clasificación D	25.018
Total general	156.218

Fuente: Base de datos ScienTI – MinCiencias,
Cálculos: OCyT.

Conclusiones

Los investigadores y grupos de investigación son fundamentales para el desarrollo científico y tecnológico de Colombia. Su trabajo contribuye a la generación de nuevo conocimiento y a la transferencia de tecnología a la sociedad, lo que puede tener un impacto positivo en la economía y en la calidad de vida de las personas. Además, su labor permite formar nuevos investigadores y fortalecer la colaboración y el trabajo en red entre las diferentes instituciones de investigación en el país. Sin embargo, aún hay desafíos que enfrentar, como la desigualdad de género en la ciencia y la tecnología y la necesidad de identificar áreas de oportunidad y necesidades más urgentes para el desarrollo científico y tecnológico del país. Por tanto, es importante seguir apoyando y fomentando la investigación en Colombia, con políticas que promuevan la igualdad de género y que incentiven la formación de nuevos investigadores/as y la colaboración entre grupos de investigación, para poder abordar los retos actuales y futuros en diferentes áreas del conocimiento.

La distribución de los investigadores por categoría y sexo biológico en Colombia muestra una clara brecha de género. aún existe una cantidad significativamente mayor de hombres en todas las categorías de investigadores. Estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar medidas que fomenten la igualdad de género en la ciencia y la tecnología en Colombia, y asegurar que se promueva el acceso y la participación equitativa de mujeres y hombres en la investigación y desarrollo científico-tecnológico del país. Es importante seguir monitoreando y

evaluando las tendencias y la evolución de la distribución de género en la ciencia, a fin de tomar medidas y acciones que promuevan la equidad de género en el campo científico.

El apoyo a jóvenes investigadores es esencial para el fortalecimiento del sistema de ciencia en Colombia. Los indicadores de jóvenes investigadores permiten tener una idea de la tasa de recambio de talento humano disponible en los grupos de investigación del país. Las cifras mostradas sobre jóvenes investigadores apoyados por MinCiencias en diferentes áreas de conocimiento entre los años 2016 y 2021, evidencia la importancia de los programas de financiación y convocatorias para el desarrollo de proyectos de investigación en diversas áreas del conocimiento. Este tipo de iniciativas promueve la formación y el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica del país.

Las diversas convocatorias llevadas a cabo por MinCiencias, como la 894 de 2021, son esenciales para la caracterización del panorama científico y tecnológico de Colombia, ya que permiten obtener información valiosa sobre la cantidad, especialización y distribución de los investigadores y grupos de investigación en el país. Esta información es esencial para identificar las áreas de oportunidad y las necesidades más urgentes para el desarrollo científico y tecnológico de Colombia, y para diseñar políticas y estrategias que permitan fortalecer la investigación y la transferencia de conocimiento a la sociedad.

La convocatoria 894 de 2021 recibió un total de 7.115 registros en el aplicativo, de los cuales 6.160 cumplieron los criterios para ser reconocidos como grupos. Los grupos se distribuyeron en las categorías A1, A, B, C y Reconocido - Sin Clasificar. Además, la mayoría de los grupos de investigación tienen entre 10 y 20 años de antigüedad, lo que puede ser una señal de estabilidad en el campo de investigación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la proporción de grupos de investigación más jóvenes es significativa y puede indicar un creciente interés en nuevas áreas de investigación. Este análisis puede ser útil para evaluar la evolución de la investigación y planificar estrategias de desarrollo en el futuro.

La información presentada sobre producción científica indica que la mayoría de los artículos publicados por los grupos reconocidos se encuentran en las categorías de calidad A1 y B, lo que sugiere que estos grupos están produciendo investigación de alta calidad. Además, el hecho de que la proporción de artículos de calidad A1 sea mayor que el número de revistas de Publindex en esa categoría indica que existe un potencial de crecimiento para las revistas locales en términos de publicar investigación de alto impacto. Esta información es valiosa para evaluar la

producción científica de los grupos reconocidos y su impacto en la comunidad científica.

Es importante destacar que las convocatorias de MinCiencias son una muestra del compromiso del gobierno colombiano con la investigación y el desarrollo tecnológico. Estas iniciativas permiten no solo obtener información valiosa, sino también otorgar recursos y financiamiento para la investigación, lo que resulta fundamental para la formación de nuevos investigadores y la consolidación de los grupos de investigación ya existentes.

Si desea obtener más información sobre las capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) en Colombia, puede visitar el sitio web <https://portal.ocyt.org.co>. Allí podrá encontrar información detallada sobre las iniciativas, proyectos y programas que se llevan a cabo en el país para fortalecer el recurso humano en CTel y así impulsar el desarrollo científico y tecnológico del país. Además, también podrá conocer las últimas noticias, eventos y convocatorias relacionadas con el tema.

Descargue aquí los indicadores del capítulo

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

Referencias

Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Índice departamental de Innovación 2020*.

OCyT, (2020). *Informe de Producción en ciencia de Colombia 2009 - 2018*.
<https://ocyt.org.co/>

Nota metodológica

La fuente de datos utilizada para la elaboración de este capítulo fue la convocatoria 894 de 2021 de MinCiencias en Colombia que tiene como objetivo recopilar información actualizada sobre los investigadores y grupos de investigación en el país para fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en Colombia. La metodología utilizada para lograr este objetivo se basa en la recopilación de datos de diversas fuentes.

En primer lugar, la convocatoria solicita información detallada sobre el perfil, experiencia y proyectos en curso a los investigadores y grupos de investigación interesados en participar. Para recopilar esta información, se utiliza un formulario en línea que permite a los investigadores y grupos de investigación proporcionar la información requerida de manera organizada y estructurada.

Además, la convocatoria también recopila información de fuentes secundarias, como bases de datos de investigación y publicaciones científicas, para complementar la información proporcionada por los investigadores y grupos de investigación.

Glosario y Abreviaturas

- MinCiencias: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia.
- OCyT: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
- CTel: Ciencia, Tecnología e Innovación
- Investigadores: Personas que se dedican a la investigación científica y tecnológica en diferentes áreas del conocimiento, incluyendo ciencias naturales, sociales, humanas y de la salud.
- Grupos de investigación: Conjuntos de investigadores que trabajan de manera colaborativa en proyectos de investigación en una misma área de conocimiento.
- Convocatoria: Llamado o invitación pública a investigadores y grupos de investigación a participar en un proceso de selección para recibir apoyo financiero y/o reconocimiento por su trabajo.
- Capacidades científicas: Conjunto de habilidades, conocimientos y recursos necesarios para realizar investigación científica de calidad y contribuir al avance del conocimiento en una determinada área.
- Capacidades tecnológicas: Conjunto de habilidades, conocimientos y recursos necesarios para desarrollar y aplicar tecnologías innovadoras en una determinada área.
- Capacidades de innovación: Conjunto de habilidades, conocimientos y recursos necesarios para generar y aplicar nuevas ideas, productos y servicios que respondan a necesidades y demandas sociales y económicas.
- Panorama de investigación: Visión general y actualizada de la cantidad y calidad de investigadores y grupos de investigación en diferentes áreas del conocimiento en un determinado país o región.
- Áreas de oportunidad: Áreas en las que se identifican necesidades y demandas sociales y económicas que pueden ser abordadas mediante investigación científica, tecnológica e innovación.
- Desarrollo científico y tecnológico: Proceso mediante el cual se generan nuevos conocimientos, tecnologías e innovaciones que contribuyen al desarrollo económico, social y ambiental de un país o región.



Juan Fernando Corredor
Subdirector de Información y Tecnología

jcorredor@ocyt.org.co

Es especialista en Seguridad de la Información, especialista en Seguridad Redes Telemáticas, y está actualmente realizando una especialización en Gobierno de Datos, Ingeniero de Sistemas. Con certificaciones en ISO 27001 SGS Academy, Azure Administrator (AZ-900, AZ-104), ITILv4 y SFPC.

Experiencia en la gestión y administración de infraestructura y soluciones de TI, lo que manipulación de datos y visualizarlos de manera efectiva. Además, cuenta con habilidades para la instalación y administración de sistemas de información, así como para implementar estrategias que controlen el riesgo en los procesos relacionados con la tecnología, seguridad de la información e informática.

Encargado de la gestión tecnológica del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, tiene como función principal garantizar que la entidad cuente con las tecnologías necesarias para alcanzar sus objetivos estratégicos y operativos, al mismo tiempo diseñar y promover la implementación de políticas y normas para el uso adecuado de la información.

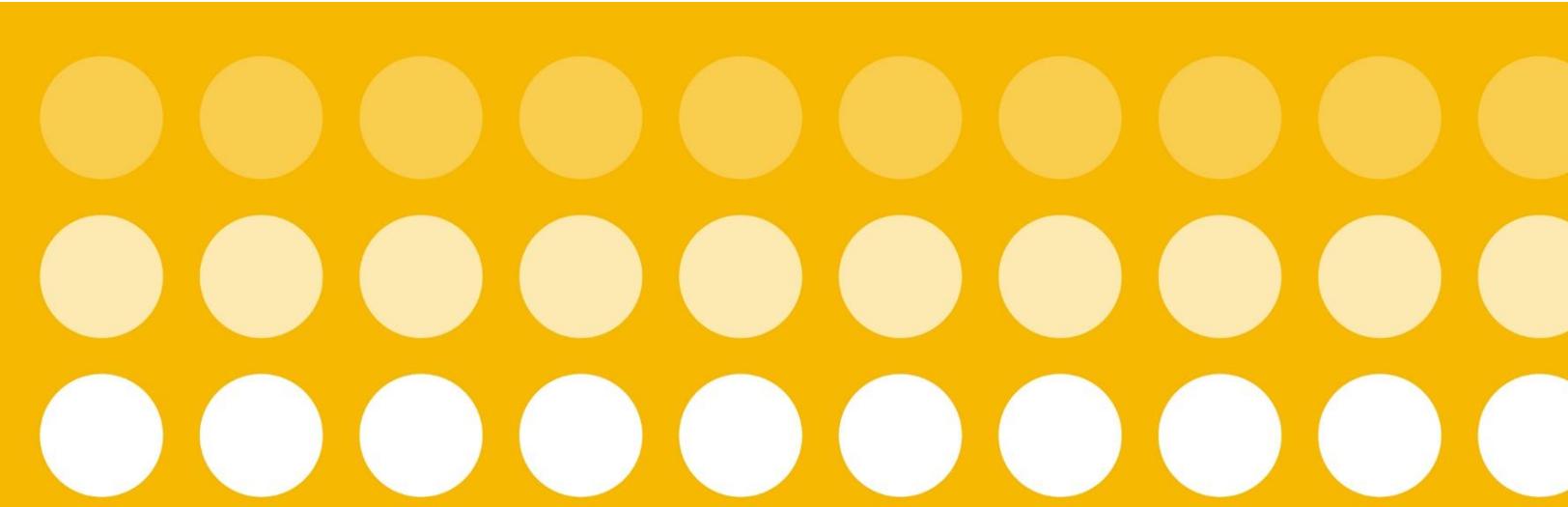


Darío Albis

Analista de bases de datos

dalbis@ocyt.org.co

Antropólogo con maestría en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia y magister en Estadística Aplicada de la Universidad de Granada de España, con experiencia en investigación cualitativa y cuantitativa, en las áreas económica y social. Ha realizado trabajos de investigación en áreas relacionadas con comunidades étnicas, población con discapacidad auditiva, transporte público, crecimiento económico, innovación tecnológica y distribución del ingreso. Igualmente, ha desarrollado trabajos en minería, análisis y modelamiento de datos y construcción de indicadores para monitoreo y evaluación de proyectos.



CAPÍTULO 4

BIBLIOMETRÍA

Capítulo 4 · Bibliometría

Análisis de la Producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia 2011 - 2020

Autor: Efrén Romero Riaño

La producción científica es un concepto utilizado para abstraer o comprender la capacidad de un sistema de ciencia para generar y difundir conocimiento. El análisis y visualización de la producción, permite identificar características como la forma o la estructura de la ciencia de un país (Vargas-Quesada & de Moya Aragón, 2007), así como la distribución de las temáticas y las áreas de conocimiento predominantes.

El volumen de producción científica es una de las medidas más usadas para evaluar el desempeño de un sistema de ciencia. Sin embargo, este indicador al igual que la mayoría de las medidas sistémicas es multidimensional. Dentro de las dimensiones más utilizadas para evaluar de forma holística el desempeño se encuentran: la distribución de áreas conocimiento, la intensidad y los tipos de colaboración y el uso o impacto de los resultados de la investigación, entre otras. Cada una de las dimensiones que permiten comprender la producción científica se componen de uno o más indicadores como: el número de documentos o artículos publicados en una base de datos, el número de citas promedio obtenidas por los documentos y los porcentajes de coautoría nacional e internacional. Estos indicadores se sustentan conceptual y metodológicamente en la disciplina de la bibliometría.

Cuando Derek DeSolla Price (1963), propuso volcar los instrumentos de la ciencia sobre la ciencia misma, para comprender aspectos como su forma y comportamiento, se generaron subcampos como la Filosofía, Historia o Sociología de la Ciencia (Price, 1963). La bibliometría, que se define como la aplicación de métodos cuantitativos a todo lo que es cuantificable dentro de la comunicación científica (Pritchard, 1969), da respuestas a la propuesta del profesor Price y permite comprender la evolución de un sistema de ciencia. Por esta razón, se conoce a la bibliometría como “meta ciencia” o la ciencia de la ciencia (science of science).

El objetivo de este capítulo es caracterizar el estado de la producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia en el año 2011 - 2020 a través de cuatro indicadores bibliométricos. Estas estimaciones permiten valorar los resultados de la investigación científica colombiana medidos a través del estudio de las tendencias en variables como el número de documentos, la concentración de las temáticas, la capacidad del sistema para generar y diversificar sus vínculos y el impacto de esos resultados en la comunidad científica mundial.

El presente capítulo discute el comportamiento de los siguientes indicadores: número de documentos y artículos de la producción bibliográfica, el número de citas promedio de los documentos científicos publicados, la coautoría nacional e internacional y la distribución (concentración) de los documentos por áreas de conocimiento de acuerdo con el estándar FORD (Fields of Research and Development) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En adición se presentan algunos resultados del análisis de colaboración internacional a nivel de países de la producción científica colombiana.

Estos indicadores, se utilizan como medidas sistémicas porque (Carlsson et al., 2002):

- Existe una amplia tradición y aceptación científica de su uso como medidas para evaluar la capacidad de un sistema de ciencia en el nivel país, para transformar los insumos o entradas en salidas o resultados de nuevo conocimiento.
- Porque cada uno de estos indicadores tienen la capacidad de evaluar más de una función del sistema de ciencia (por ejemplo, la producción bibliográfica permite evaluar tanto la generación como la difusión del conocimiento).

Como estos indicadores reflejan el estado del sistema en un momento en particular, dentro de este capítulo se presentan series de datos para cada indicador. La presentación de series permite comprender el desarrollo o evolución del sistema y derivar conclusiones sobre su dinámica y comportamiento en el tiempo. En ese sentido, estos indicadores pueden ser usados para:

- Comprender la evolución de la capacidad del sistema de generar resultados de nuevo conocimiento.
- Evaluar los cambios en la habilidad de los actores del sistema de ciencia para generar nuevos vínculos de colaboración, tanto internos como externos.
- Brindar una medida general del estado de bienestar del sistema de ciencia de un país.

A continuación, se presentan los resultados cada uno de los análisis asociados con los indicadores mencionados en el contexto del comportamiento a nivel global y a nivel de América Latina. Estos resultados posibilitan la generación de conclusiones específicas y el contraste con algunos referentes globales y regionales.

Producción bibliográfica: Número de documentos y artículos publicados

El volumen de producción bibliográfica es aceptado como una medida de desempeño a nivel de sistema de ciencia, asociada con las funciones de generación y difusión de conocimiento. Se define la producción bibliográfica como el número de documentos académicos, o científicos, publicados en Sistemas de Indexación y Resumen (SIRes). La medición del indicador de número de documentos publicados en Colombia incluye todas las tipologías de comunicación científica presentes en los SIRes: artículos, revisiones, correcciones, capítulos de libros, editoriales entre otros. No se excluye ningún tipo de documento.

Existen inductores del volumen de producción científica, entre ellos, el número de investigadores. Los inductores son un tipo de indicadores que nos aporta información sobre el desempeño de las acciones que ayudan a la consecución de un determinado resultado, medido por indicadores finales que son lo que aparecen asociados a los objetivos de una red. Entre los años 2014 y 2018, el crecimiento global en el número de investigadores fue del 13,7%. Sin embargo, en el mismo periodo en Latinoamérica el número promedio de investigadores por millón de habitantes creció desde 564 hasta 593 (UNESCO, 2022). Este aumento alcanzó un nivel cercano al 6%.

De acuerdo con cifras del Banco Mundial²⁶, Colombia contaba con 161,5 investigadores equivalentes por millón de habitantes para el año 2015, número que lo ubicaba en el décimo lugar en América Latina y que, comparado con la media de la OCDE de 5.826 investigadores por millón de habitantes, representa un rezago a nivel internacional. A pesar de esta baja tasa de investigadores, Colombia ocupó la quinta posición en América Latina y la posición 49 a nivel mundial en publicación de documentos científicos en los años 2019 y 2020.

²⁶ Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>

El número de artículos publicados por autores latinoamericanos entre 2005 y 2014 en revistas científicas en el Science Citation Index Extended aumentó un 90%, elevando la proporción global de la región del 4,0% al 5,2%. El crecimiento más rápido en este periodo se dio en cinco países: Colombia (244%), Ecuador (152%), Perú (134%) y Brasil (118%) (Lemarchand, 2015). Las publicaciones de América Latina y el Caribe respecto al total mundial alcanzaron una proporción del 4% en el año 2005. En el año 2014 alcanzaron una proporción del 5.2% respecto al total mundial.

Entre los años 2015 y 2019, la producción científica de los países latinoamericanos en las principales revistas científicas aumentó un 25%. El crecimiento fue más significativo en países con baja tradición en la producción en ciencia como Ecuador (171%), seguido de República Dominicana (98%), Honduras (97%) y Perú (85%). Cuba y Venezuela se encuentran entre los pocos países del mundo en el mundo que han experimentado un descenso en el volumen de publicaciones científicas desde 2011.

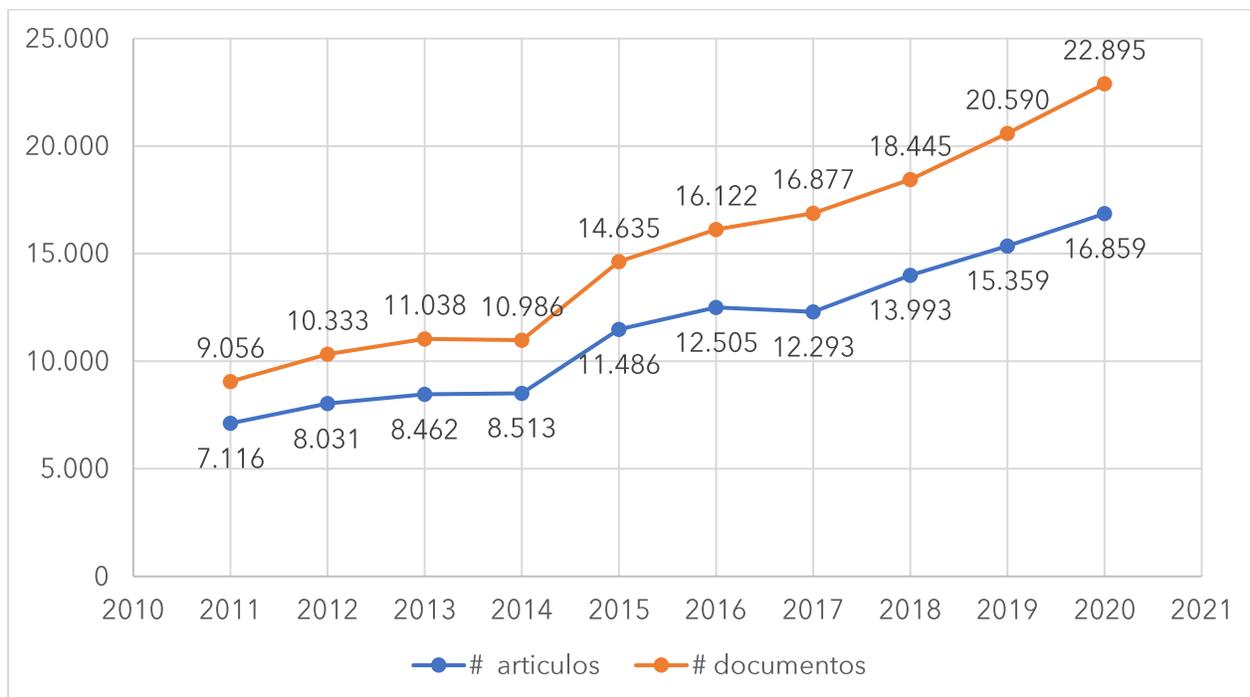
En el caso de Colombia, la producción científica creció 52% entre 2014 - 2019 (UNESCO, 2022). La variación interanual en el periodo 2019 - 2020 de la producción bibliográfica de Colombia en Scopus, fue de 11,25% al pasar desde 14.776 hasta 16.439 documentos.

Colombia superó, por primera vez en 2019, los 20.000 documentos científicos publicados en un año (sumando los documentos de Scopus, WoS y Scielo) y publicó durante 2020, un total de 22.895 documentos, equivalentes al 0,72% de la producción científica mundial.

Colombia superó, por primera vez en el año 2019, los 20.000 documentos científicos publicados en un año sumando las publicaciones de los SIRes: WoS, Scielo y Scopus. Durante el año 2020, la producción científica de Colombia alcanzó su máximo en la serie histórica con un total de 22.895 documentos. Esta cifra representó el 0.72% de la producción científica mundial

La **Gráfica 1**, muestra la tendencia de la serie del indicador de generación de conocimiento de Colombia (producción bibliográfica publicada en WoS, Scielo y Scopus).

Gráfica 1. Número de artículos y documentos producidos en Colombia, 2009 – 2020



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

El análisis de las series de tiempo posibilita una mira histórica a un sistema de ciencia. De acuerdo con el comportamiento de la serie de la **Gráfica 1**, el volumen de producción bibliográfica de Colombia mantiene una progresión creciente entre los años 2009 y 2020. El volumen de producción bibliográfica de Colombia se duplicó entre los años de 2014 y 2020, al pasar de 11.038 hasta 22.895 documentos publicados. La serie muestra un comportamiento atípico entre los años 2014 y 2015. La variación interanual en este periodo alcanzó el 32%, el triple del promedio mundial y el doble del promedio nacional. Estos cambios se asocian con la introducción del modelo de valoración y evaluación del desempeño individual de los investigadores por parte del organismo rector de la ciencia de la época: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS²⁷.

²⁷ El Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS, fue la entidad encargada de promover las políticas públicas para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia desde 1968 hasta 2019.

Las divisiones e inequidades de un sistema de ciencia reflejan las inequidades de una sociedad (Bordieu, 1975). Estos fenómenos son abordados por la sociología de la ciencia. La sociología de la ciencia tiene como objetivo la comprensión de los aspectos sociales de la ciencia tales como las divisiones o campos, las distribuciones de género y los roles de los actores.

La sociología de la ciencia comprende la investigación sobre la estructura social de las instituciones de la ciencia y su relación con otras instituciones, así como la influencia y la construcción del conocimiento científico (Bordieu, 1975) Uno de los indicadores de mayor difusión relacionados con la sociología de la ciencia es la distribución o proporción de género dentro de la producción en ciencia de una región (Macaluso et al., 2016; Oppi et al., 2021).

A nivel mundial, las mujeres han alcanzado la paridad (45-55%) en los niveles de estudio de grado y máster y están en una mayor proporción en el nivel de doctorado (44%). A pesar de esto, la brecha de género tiende a aumentar a medida que se desarrollan las carreras profesionales. Las mujeres representaron el 33,3% de todos los investigadores en 2018, frente al 28,4% de 2013. Existen limitaciones en estas cifras descritas pues solo hay datos disponibles para 107 países (UNESCO, 2022).

En el mundo académico, las investigadoras suelen tener carreras más cortas y peor pagadas. Su trabajo está poco representado en las revistas científicas de alto nivel. Por ejemplo, unas proyecciones a partir de los datos de casi 3 millones de trabajos de informática publicados en Estados Unidos entre 1970 y 2018, concluyeron que la paridad de género en la publicación de trabajos de Informática para el país, se alcanzará hasta el año 2100 (UNESCO, 2022).

La distribución por género de la producción en ciencia de Colombia muestra cifras similares a la tendencia mundial. Durante 2018, el porcentaje de investigadoras como proporción del total de investigadores por área de conocimiento se distribuyó así: Ciencias Médicas (48,6%), Ciencias Sociales (41,4%), Ciencias Naturales (34%), Ciencias Agrícolas (31,4%) e Ingeniería y Tecnología (25,6%). En promedio, el 37,4% de los autores de documentos científicos en Colombia, son mujeres (UNESCO, 2022). Esta cifra es superior al 33,3% que representa el promedio global de investigadores mujeres que participan en la producción en ciencia.

En promedio, uno de cada tres de los autores listados en los documentos publicados por los académicos de Colombia, es mujer

Los resultados del indicador de producción bibliográfica de artículos y documentos de los académicos de Colombia, muestra un crecimiento constante de la capacidad del sistema de ciencia para generar resultados de nuevo conocimiento. A continuación, se evalúa el comportamiento de la visibilidad e impacto generado por esas publicaciones por medio de la estimación del número promedio de citas de documentos.

Número de citas promedio de documentos científicos

El número de citas es aceptado como una medida de desempeño a nivel de sistema de ciencia, asociada con las funciones de difusión y uso del conocimiento científico. Se define el número de citas promedio como el total de citas obtenidas por documentos publicados en los SIRes, sobre el número de documentos publicados. La medición del indicador de número promedio de citas de Colombia incluye tanto citas como auto citas de los autores.²⁸

La teoría de la ventaja acumulativa de conocimiento conocida comúnmente como efecto Matthew, postula que en la producción en ciencia el éxito engendra más éxito. Este fenómeno influye en el rendimiento académico y en las carreras de los investigadores. Dado el reto y la incertidumbre que supone evaluar la calidad de la investigación académica, la comunidad científica suele tener incentivos para preferir el trabajo de los académicos establecidos (Siler et al., 2022). Uno de esos incentivos a la hora de categorizar la calidad de un documento, es examinar el número de citas de un documento o de un autor.

Cuando un investigador obtiene éxito, es más probable que obtenga citas en sus próximos trabajos (Merton, 1968). Un ejemplo de éxito es la obtención de un reconocimiento como el premio Nobel. Para un investigador que ha obtenido este logro, es más probable obtener citas de sus trabajos posteriores. Este fenómeno está asociado con el concepto de autoridad científica. Este efecto individual, se refleja a nivel

²⁸ La autocitación se produce en un artículo cuando un autor hace referencia a otra de sus propias publicaciones. Esta puede ser una forma legítima de hacer referencia a hallazgos anteriores, pero a veces las autocitas se hacen indebidamente para intentar inflar el número de citas de un individuo.

territorial en el caso de los países. Debido a que los países Angloparlantes tienen amplio prestigio, tradición y autoridad científica (por logros como los premios nobel, entre otros), la probabilidad de que un documento científico proveniente de uno de esos países sea citado, puede ser mayor que la de un país hispanoparlante.

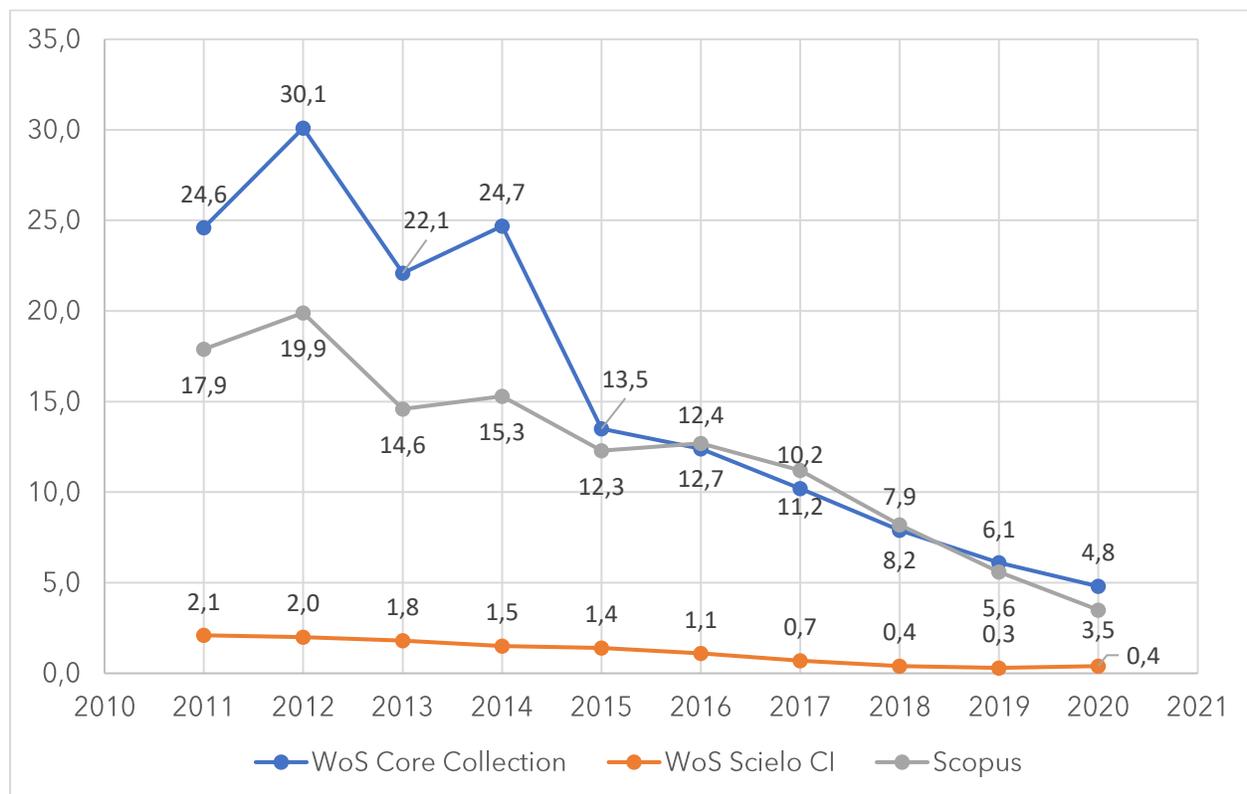
Entre los años 2009 - 2014, en los países de Latinoamérica con un nivel de producción científica por debajo de la media mundial, se registraron las tasas promedio de citas más elevadas que en los países con mayor intensidad de producción (Lemarchand, 2015). La tasa de citaciones para América Latina (excepto Cuba) en el periodo 2014 - 2016 fue de 0.89 (UNESCO, 2022), mientras que el promedio del G-20 fue de 1.02²⁹. A pesar de que los niveles de producción en ciencia de Latinoamérica suben, el impacto de esa producción sigue siendo inferior al promedio mundial.

Este mismo fenómeno evidenciado para Latinoamérica, se manifiesta en Colombia. Si bien el total de documentos producidos por académicos colombianos se ha duplicado en los últimos 10 años, el número promedio de citas de esos documentos ha decrecido cuatro veces.

La **Gráfica 2**, resume el comportamiento del número de citaciones promedio de los documentos publicados por los académicos de Colombia entre 2011 y 2020

²⁹ El G20 está integrado por 19 países y la Unión Europea. Los 19 países son: Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Rusia, Reino Unido, Sudáfrica y Turquía

Gráfica 2. citas promedio de los documentos de Colombia publicados en WoS- Scielo y Scopus, 2011 - 2020



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

De acuerdo con los datos de la plataforma Scimago, los académicos de Colombia publicaron en Scopus 14.776 documentos, de los cuales 13.916 se categorizaron como “documentos citables”³⁰ durante el año 2019. Estos documentos han obtenido al mes de agosto de 2022, un total de 83.195 citas, de las cuales el 18% (14.934) fueron auto citas. Esto arroja un valor promedio de 5.63 citaciones de documentos de Colombia publicados durante 2019 en Scopus³¹.

³⁰ Los documentos citables incluyen exclusivamente artículos de investigación, conferencias y reviews.

³¹ Disponible en <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2019>

Las cifras de Scimago reflejan que los académicos de Colombia publicaron durante el año 2020 en Scopus 16.439 documentos de los cuales 15.379 se categorizaron como “documentos citables”. Estos documentos han obtenido al mes de agosto de 2022, un total de 58.524 citas de las cuales el 17,8% (10.413) fueron auto citas.³² Esto arroja un valor promedio de 3.54 citaciones de documentos de Colombia publicados durante 2020 en Scopus³³.

Debido a que, a mayor tiempo de publicación, mayor probabilidad de ser citado, las cifras de citaciones promedio de documentos de los periodos 2019 y 2020 no son comparables a la fecha de 2022. Debido a que la madurez o tope de las citaciones de un documento se alcanza en un periodo que oscila entre 20 y 25 años, dependiendo del área de conocimiento, estas cifras pueden ser referente para evaluar cambios de políticas en periodos superiores a 20 años.

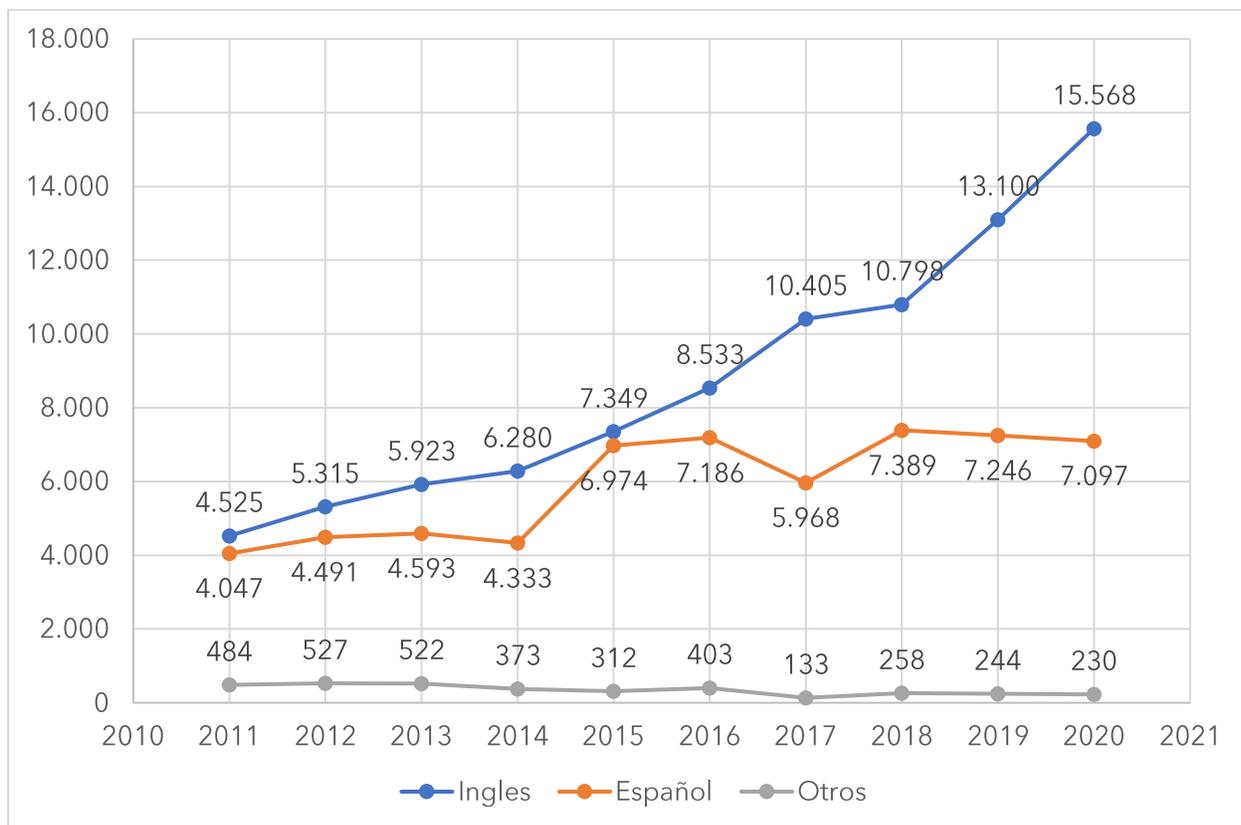
Como consecuencia, al comparar las cifras de la serie de citaciones promedio producidas en el informe del año 2021 y el presente informe (2022), durante los últimos cinco años se evidencian porcentajes de variación interanuales positivos del indicador promedio de citas así: 2019 (94%), 2018 (30%), 2017 (16%) y 2016 (13%). Para los años anteriores, el promedio anual de variación estimado es de 11%. Estos promedios de variación son similares entre las bases de datos analizadas (WoS, Scielo y Scopus).

El indicador del promedio de citaciones de los documentos permite comprender cómo evoluciona la visibilidad de la producción bibliográfica de un dominio de conocimiento o un territorio. Esta visibilidad ante la comunidad científica mundial está mediada por atributos como el idioma de la publicación. El idioma dominante en la comunicación científica es el inglés. La **Gráfica 3**, muestra la evolución de la serie del número de documentos publicados por año en tres categorías: inglés, español y otros idiomas.

³² Disponible en <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2019>

³³ Disponible en <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2019>

Gráfica 3. Tendencias del número de documentos de acuerdo con el idioma de publicación



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Los dos idiomas predominantes dentro de la producción en ciencia de Colombia son el español y el inglés. La categoría “otros idiomas” presenta porcentajes cercanos al 1% en el periodo 2009 - 2020. De acuerdo con la serie de la **Gráfica 3** se identifican fluctuaciones en las proporciones de los idiomas de los documentos. Hasta el año 2009, el número de documentos en idioma español (3.682) superaba al de inglés (3.029). Durante el periodo 2010 - 2015 los valores oscilaron y alcanzaron una cuasi paridad en dos periodos: 2010 y 2015. A partir del año 2016, se observa un aumento significativo en la tendencia del número de documentos publicados en inglés.

Entre los años 2015 y 2020 el número de documentos publicados en inglés se duplicó al pasar desde 7.439 hasta 15.568. Durante el año 2020, el 68% de los documentos producidos por los académicos de Colombia, se publicó en idioma inglés. Como complemento, el 31% se publicó en español y el 1% en otros idiomas. Este cambio de patrón se explica en parte por el cambio en el modelo de medición del desempeño de los

grupos e investigadores. Este cambio privilegió las publicaciones en los SIRes WoS Clarivate y Scopus, dentro de los cuales aproximadamente el 91% de las revistas publican artículos exclusivamente en inglés.

Durante el año 2020, el 68% de los documentos producidos por los académicos de Colombia, se publicó en idioma inglés. Como complemento, el 31% se publicó en español y el 1% en otros idiomas.

Una vez presentadas las características del comportamiento del indicador de citas promedio, a continuación, se evalúan los patrones de colaboración a partir de la estimación de los porcentajes de coautoría nacional e internacional dentro de los listados de autores de los documentos.

Coautoría nacional e internacional

La colaboración internacional se ha posicionado como el sello distintivo de la producción científica contemporánea (Gazni et al., 2012). Desde la década de los 90, la coautoría científica entre países ha venido siendo determinada por la motivación individual de los científicos en procurar una mayor visibilidad para su trabajo. Esto los ha llevado a incrementar la colaboración con redes científicas de mayor dimensión (Lemarchand, 2015).

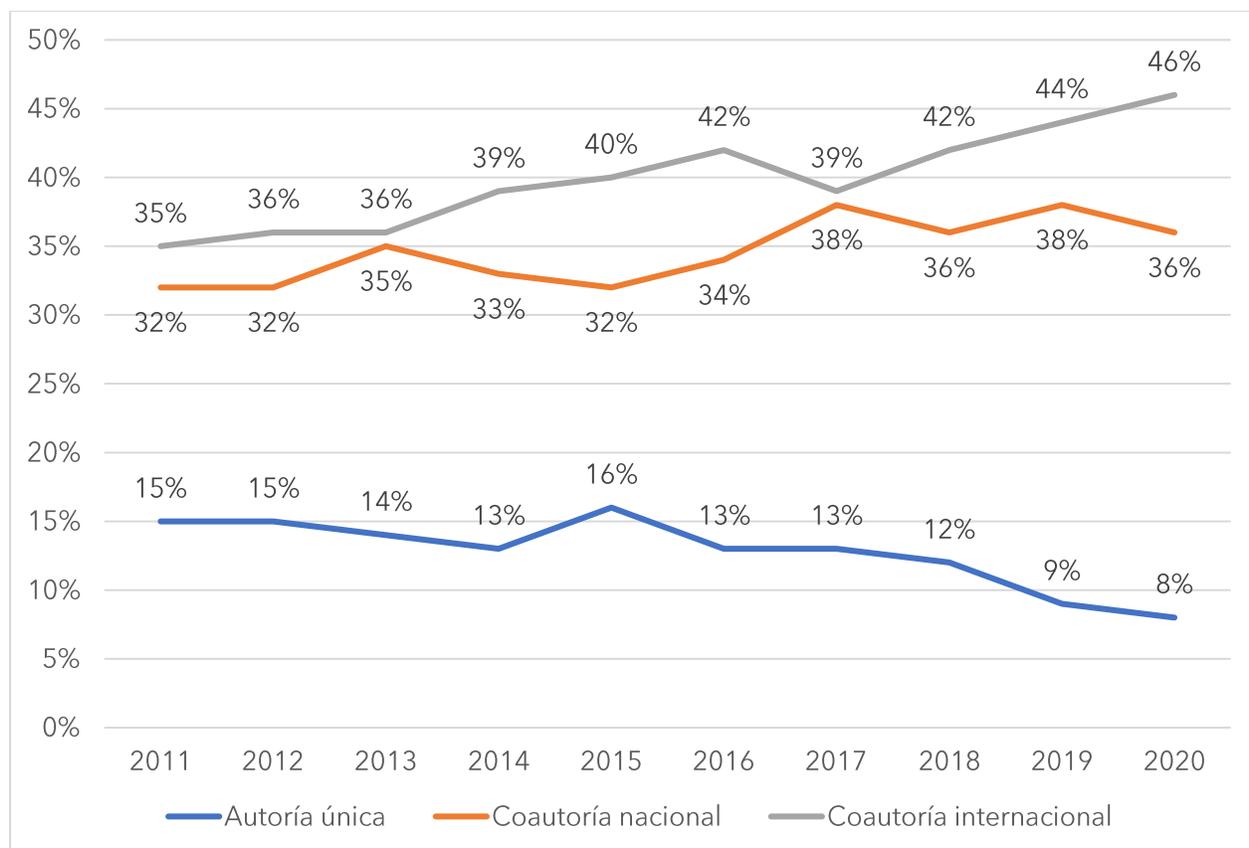
A nivel global, la mayoría de los países demuestran un alto nivel de colaboración científica internacional. Esta tendencia se ha vuelto aún más pronunciada. Por ejemplo, al menos el 66% de las publicaciones de científicos de Australia, Nueva Zelanda y Singapur se produjeron en coautoría internacional durante 2019. Esto equivale al doble de la media (33%) para los miembros de la OCDE) (UNESCO, 2022). En el periodo 2008 - 2014 el promedio del porcentaje de coautoría internacional en el G-20, fue de 24,6%.

El índice de colaboración es aceptado como un estimador del desempeño de las funciones de difusión y uso de conocimiento en un sistema de ciencia. Para la generación de estas series, el cálculo de la colaboración internacional de la producción en ciencia de Colombia, se ejecutó mediante “la verificación de la existencia de por lo menos un coautor que reporta afiliación institucional a una organización localizada fuera de Colombia” dentro de los listados de autores de los documentos analizados (OCyT, 2020).

El cálculo del número de documentos publicados bajo colaboración nacional, se ejecutó mediante “la verificación dentro de los listados de autores, de que todas las organizaciones a las que se encuentran afiliados los autores, reportan estar localizadas en Colombia” (OCyT, 2020). Las autorías únicas se calculan mediante el conteo de los documentos que presentan un único autor dentro del listado de colaboradores.

La **Gráfica 4**, muestra la variación de los porcentajes de tres series relacionadas con la coautoría: autoría única y coautoría nacional e internacional en Colombia.

Gráfica 4. Patrones de variación de los porcentajes de coautoría en Colombia, 2011 - 2020



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

El porcentaje anual de autorías únicas en la producción en ciencia de Colombia disminuyó desde 15% hasta 8% entre los años 2011 y 2020.

El porcentaje de autoría única llegó a su nivel más bajo durante 2020 cuando alcanzó el 8% del total nacional

Los valores de las series de datos de los dos tipos de coautoría: nacional e internacional, muestran los siguientes patrones: i) la coautoría nacional disminuyó desde 42% hasta 36% entre 2016 - 2020 y ii) la coautoría internacional aumentó desde 33% hasta 46% entre 2016 - 2020. A partir de estos datos se identifica que, durante el año 2020, cuarenta y seis de cada 100 documentos de la producción bibliográfica de Colombia, se publicaron en coautoría internacional.

Durante el año 2020, 46 de cada 100 documentos de la producción científica colombiana se publicó en colaboración con otros países. Los principales países colaboradores de Colombia son: Estados Unidos, España, Brasil, México y Reino Unido.

Dentro de las leyes generales de la bibliometría, el índice de colaboración es una variable que permite explicar en parte los patrones crecientes de la producción en ciencia de un país o un dominio de conocimiento. Al respecto Robert Merton afirma que: “A mayor número de autores o colaboradores, mayor producción de conocimiento” (Merton, 1968). En ese orden de ideas, es razonable argumentar que un porcentaje del crecimiento de la producción de Colombia entre los años 2009 y 2020, puede ser explicado por el aumento de las colaboraciones internacionales y por la disminución de los porcentajes de autorías únicas y colaboraciones nacionales.

A continuación, se presenta un complemento del análisis de coautoría. Este consiste en un examen de segundo nivel del número de países existentes dentro de las redes de colaboración de la producción en ciencia de Colombia.

Colaboración Internacional de países dentro de la producción en ciencia de Colombia

Como un complemento a la presentación de las series de coautoría nacional e internacional, se resume en el presente apartado, los resultados del “Estudio de colaboración científica de Colombia: nivel macro (países) 2009 - 2019”(OCyT, 2022). Este estudio analiza el panorama de la interacción de los autores afiliados a organizaciones localizadas en Colombia, con autores afiliados a organizaciones localizadas en el exterior.

Entre los años 2009 - 2014, el principal colaborador académico científico de los países de América Latina y el Caribe salvo Cuba, fue Estados Unidos (Lemarchand, 2015). En el periodo 2015 - 2019, España y Estados Unidos fueron los socios clave para todos los países de Latinoamérica, pero también existió una considerable colaboración dentro de la región. Por ejemplo, Brasil es el socio principal para 13 países, México para 10 y Colombia para 4 países. Se evidencia que los países más grandes tienden a ser coautores de más publicaciones con Estados Unidos y Europa (UNESCO, 2022).

La **Tabla 1**, muestra las cifras del número de países identificados dentro de las redes de colaboración de la producción en ciencia de Colombia entre los años 2011 y 2019. Estas cifras muestran una tendencia creciente en el total de países que conforman la red de colaboración de Colombia. Esta cifra ha aumentado desde 109 países en el año 2009 hasta 152 países en el año 2019.

Tabla 1. Número de países dentro de las redes de colaboración en producción en ciencia de Colombia

Año	# de países
2011	116
2012	122
2013	118
2014	102
2015	118
2016	132
2017	145
2018	152
2019	152

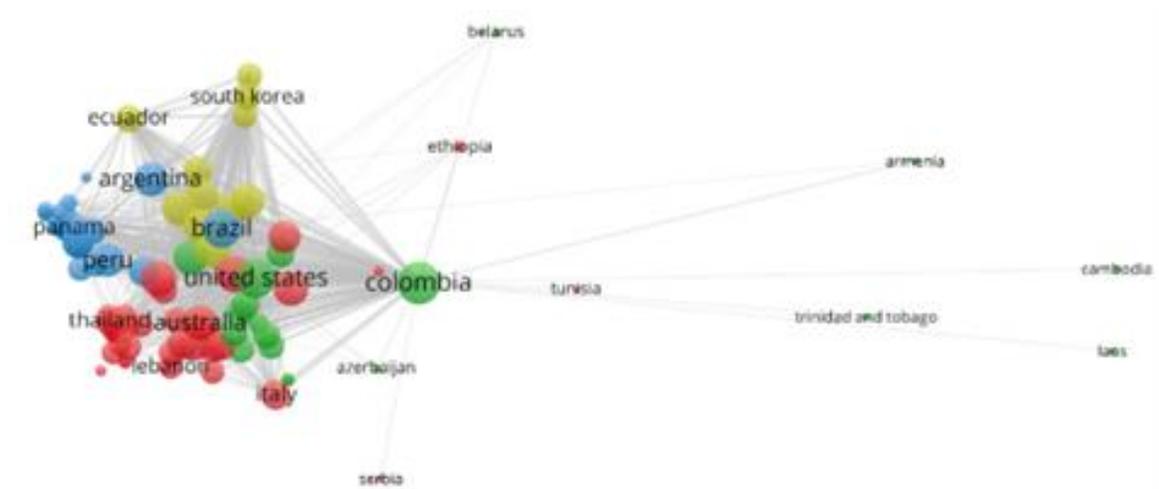
Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Con el fin de obtener una mirada global de la colaboración entre países en la producción en ciencia de Colombia, se utiliza el modelo de red. En las **Figuras 1** (año 2009) y **2** (año 2019) se presentan las redes de colaboración de países compuestas por dos elementos: ítems (nodos) y vínculos. Un ítem representa un país y un vínculo representa la existencia de lazos de colaboración académica.

En el mapa de red de la **Figura 1**, se identificaron 109 países y 1.404 vínculos de colaboración científica entre los países. Esta cantidad de vínculos refleja una intensidad promedio colaboración de catorce (14) vínculos entre países. Este mapa de red fue generado con VOSviewer y en la parte inferior se describen los parámetros utilizados para desplegar la visualización. Estos 109 países de la **Figura 1** se encuentran distribuidos en cuatro (4) grupos o clústeres diferenciados por colores. Estos grupos de nodos (países) son construidos de forma automática por el método CPM del algoritmo de VOSviewer. La asignación de los colores de los nodos, se ejecuta en función de la similitud entre países estimada por medio del conteo del número de vínculos de colaboración para publicación de documentos.

Los principales colaboradores de Colombia (Estados Unidos y países europeos) se localizan en el clúster de color verde. En el clúster azul, se localizan principalmente países de Latinoamérica. En los clústeres amarillo y rojo, se identifican países de diferentes continentes como Europa y Asia.

Figura 1. Red de colaboración de países en la producción bibliográfica de Colombia: 2009



Items: 109	Clusters: 4	Links:1404	Attraction:2
Resolution:0.9	Min. Clus. Size: 7		Repulsion:0

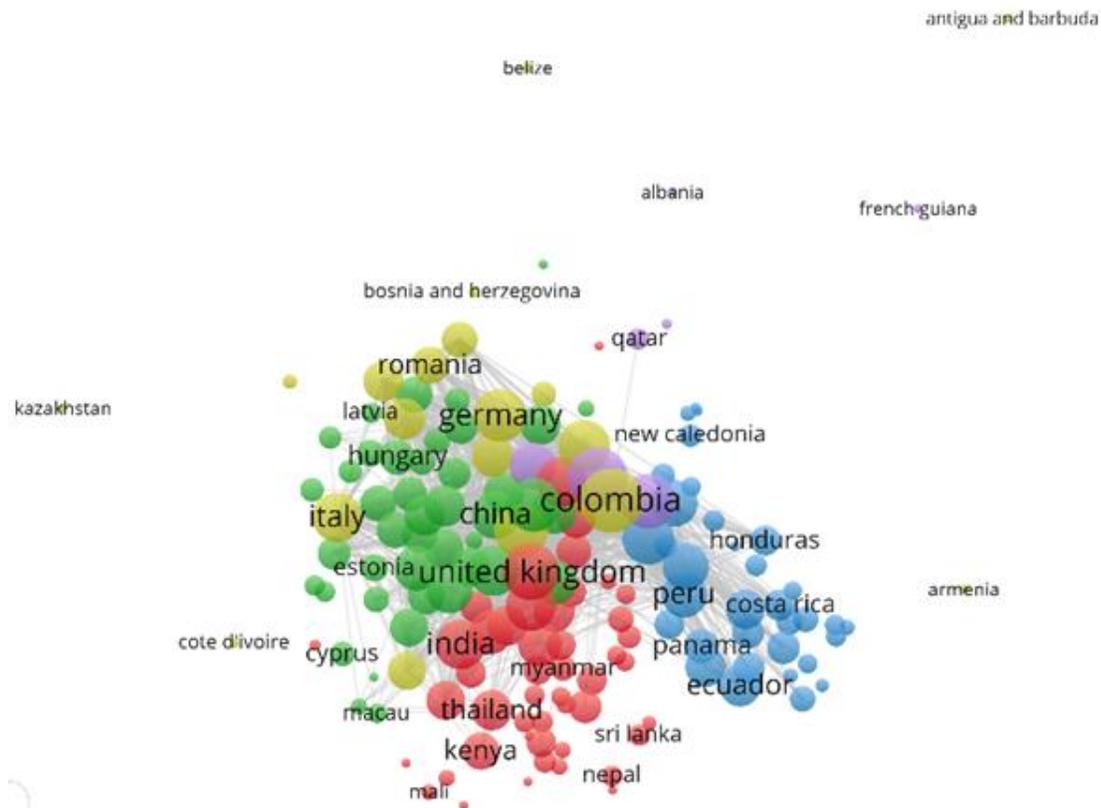
Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus usando VOSviewer

En contraste, dentro de la **Figura 1** que representa la red de colaboración de países del año 2019, se identificaron 159 países y 3.407 vínculos de colaboración. Estos valores reflejan una intensidad o valor promedio de veintitrés (23) vínculos de colaboración. Estos países de la **Figura 2**, se encuentran distribuidos en cinco grupos o clústeres diferenciados por colores. En este periodo, los principales colaboradores de Colombia (Estados Unidos y países europeos) se localizan en el clúster de color amarillo. En el clúster azul, se localizan principalmente países de Latinoamérica y en el rojo países asiáticos.

A partir de estos resultados anteriormente expuestos, resalta el crecimiento de la cantidad de países dentro de las redes de colaboración científica de Colombia. En adición, se evidencia una diversificación de las redes de colaboración de países de la producción científica de Colombia. A pesar de esta diversificación, se muestra una intensificación del número promedio de lazos entre países. Estos hallazgos son consistentes con los patrones de aumento de la colaboración internacional de Colombia.

El 35 % de los países que pertenecen a la red de colaboración científica de Colombia, se localizan en América. Como complemento, el 50% de los países de la red pertenecen a Europa y el 15% restante se distribuye entre Asia y Oceanía

Figura 2. Red de colaboración internacional en producción en ciencia de Colombia 2019

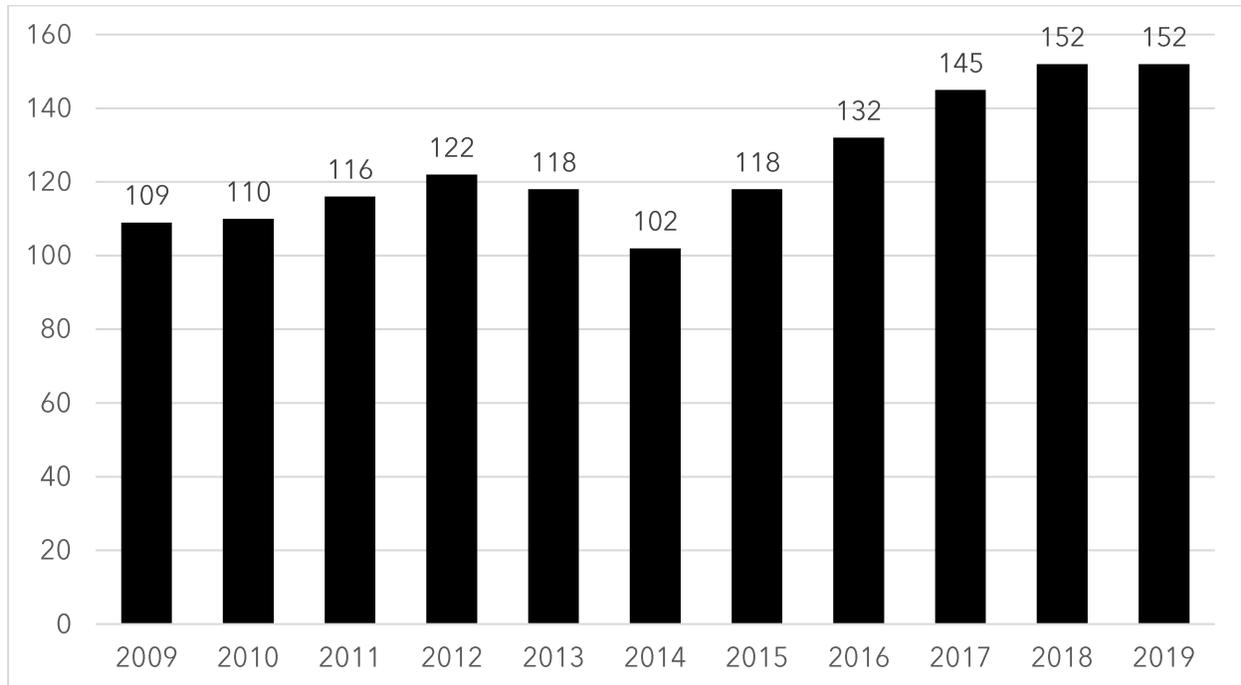


Items: 159	Clusters: 5	Links: 3407	Atracción:2
Resolution:0.9	Min. Clus. Size: 7		Repulsión:0

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus usando VOSviewer

El comportamiento creciente del número de países de la red de colaboración científica de Colombia muestra un “punto de inflexión” durante el año 2014 donde presentó una disminución del 13%. Este fenómeno puede explicarse en parte por los cambios en el modelo de evaluación de grupos e investigadores implementado en el año 2013. A partir de 2015 el crecimiento del volumen de la producción bibliográfica de Colombia y del número de países dentro de la red ha sido constante (ver **Gráfica 5**).

Gráfica 5. Número de países dentro de las redes de colaboración de Colombia



Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Con el fin de identificar los países con mayor intensidad de colaboración dentro de las redes de académicos de Colombia, la **Tabla 2** muestra los nombres del top 20 de países con mayor número de documentos en el periodo 2017 - 2019.

Tabla 2. Colaboración internacional de Colombia a nivel macro: países

2017	Documentos	2018	Documentos	2019	Documentos
Estados Unidos	1942	Estados Unidos	1980	Estados Unidos	2208
España	1074	España	901	España	1180
Brasil	756	Brasil	589	Brasil	868
México	550	México	452	México	631
Reino Unido	570	Reino Unido	399	Reino Unido	611
Francia	455	Francia	352	Chile	459
Alemania	421	Alemania	328	Francia	433
Chile	405	Chile	327	Alemania	402
Italia	362	Italia	266	Argentina	332
Argentina	316	Argentina	255	Italia	318
Países Bajos	314	Venezuela	215	Canadá	281
Canadá	295	Canadá	208	Australia	268
Australia	266	Países Bajos	196	Países Bajos	263
Suiza	240	Australia	187	Venezuela	239
China	194	Suiza	167	Ecuador	219
Ecuador	189	Ecuador	158	Perú	203
Venezuela	166	China	146	China	176
Portugal	139	India	109	Suiza	167
Polonia	137	Perú	112	Portugal	146
Perú	134	Bélgica	106	Bélgica	134

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Se evidencia una variación significativa en la participación de países europeos. Bélgica y Portugal ingresan durante el periodo 2017 - 2019 al grupo de países con mayor colaboración, desplazando a la India. Perú y Ecuador se consolidaron en el top 20 de países con mayor colaboración. A nivel general, se identifica la necesidad fortalecer las redes de investigación e impulsar aún más la coautoría entre países de América Latina, pues predominan los vínculos con países europeos y anglosajones.

A continuación, se muestra el conjunto de los países con los que se evidenció menor frecuencia e intensidad de colaboración científica dentro de las redes de producción

bibliográfica de Colombia. Para este efecto se resume en la **Tabla 3**, los países con menor número de documentos publicados con Colombia entre 2016 - 2019. Dentro de este conjunto se encuentran países de diversos continentes como: Suramérica (Suriname), Oceanía (Samoa), Asia (Brunei Darussalam), África (Burundi) y Europa (Slovakia).

Tabla 3. Top 20 de países con menor frecuencia de documentos en colaboración

2019	#	2018	#	2017	#	2016	#
Togo	2	Brunei darussalam	1	Samoa	2	Qatar	2
Uzbekistan	2	Burundi	1	Slovakia	2	Surinam	2
Zambia	2	Islas Cook	1	Islas Solomon	2	Andorra	1
Albania	1	Dominica	1	Bahamas	1	Bahamas	1
Angola	1	Guyana Francesa	1	Benin	1	Barbados	1
Azerbaijan	1	Gabon	1	Cabo Verde	1	Benin	1
Brunei darussalam	1	Gambia	1	Islas Caiman	1	Brunei darussalam	1
Burkina faso	1	Guadalupe	1	Islas Cook	1	Islas Falk	1
Islas Caiman	1	Guinea	1	Guyana Francesa	1	Gambia	1
Dominica	1	Italia	1	Polinesia Francesa	1	Kazakhstan	1
Guinea-bissau	1	Kazakhstan	1	Gabon	1	Latvia	1
Kitts and nevis	1	Kyrgyzstan	1	Guyana	1	Madagascar	1
Kyrgyzstan	1	Latvia	1	Haití	1	Malta	1
Laos	1	Martinica	1	Libia	1	Mónaco	1
Mali	1	Islas Mauricio	1	Madagascar	1	Macedonia del norte	1
Namibia	1	Macedonia del norte	1	Mauritius	1	Oman	1
Nueva Caledonia	1	Papua nueva guinea	1	Mónaco	1	Papua nueva guinea	1
Nigeria	1	Rwanda	1	Nueva Caledonia	1	Senegal	1
Macedonia del norte	1	Samoa	1	Sudan	1	Sudan	1
Papua nueva guinea	1	Sudán	1	Siria	1	Siria	1
San marino	1	Togo	1	Islas Vírgenes	1	Estado Vaticano	1
Tajikistan	1	Ucrania	1	Zambia	1	Zambia	1

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

En el siguiente apartado, se estudia la distribución de las temáticas de la producción bibliográfica de Colombia a partir de la clasificación de la OCDE.

Áreas de conocimiento OCDE

En el año 2013 Colombia comenzó un proceso de adhesión a la OCDE el cual culminó exitosamente en el 2018, con una invitación formal a pertenecer a esta organización con más de 60 años de historia. El objeto de la OCDE es promover políticas que favorezcan la prosperidad, la igualdad, las oportunidades y el bienestar para todas las personas. Dentro de sus propuestas ha planteado los Campos de Investigación y Desarrollo (FORD, por sus siglas en inglés, Fields of Research and Development), los cuales se usan como insumo para este apartado.

La **Tabla 4** muestra los nombres de las seis grandes áreas específicas y el área general denominada multidisciplinarias. En adición, se incluye el número de áreas de segundo nivel que componen cada gran área de conocimiento.

Tabla 4. Áreas de conocimiento FORD-OCDE

Gran Área de conocimiento OCDE	Número de áreas de segundo nivel
Ciencias naturales y exactas	33
Ingeniería y Tecnología	16
Ciencias médicas y de la salud	49
Ciencias agrícolas	8
Ciencias Sociales	19
Humanidades	14
Multidisciplinarias	6

Fuente:OCDE³⁴

A partir de las áreas de segundo nivel del estándar FORD, se realiza una homologación con las áreas de investigación usadas por WoS Clarivate y Scopus con el fin de estimar los porcentajes y la distribución total por áreas de conocimiento dentro de la producción bibliográfica de Colombia.

³⁴ Disponible en: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PERS_FORD

Un área de conocimiento es una agrupación de disciplinas o estudios que se hace teniendo en consideración lo relacionados que están. Se puede valorar a la hora de hacer la clasificación, las partes comunes que estudian, la finalidad o la aplicación en el mundo real. Por ejemplo, un ingeniero informático será más afín a un ingeniero en telecomunicaciones que a un filólogo. Por lo tanto, dentro de las áreas del saber, ambas carreras estarán agrupadas juntas.

De acuerdo con cifras de la UNESCO, entre los años 2008 y 2014 los tópicos del área de conocimiento de ciencias médicas dominaron la producción en ciencia de América Latina y el Caribe. Sin embargo, en Colombia las áreas predominantes en ese periodo eran Ciencias Naturales y Exactas con un 22% seguida de Ciencias Médicas con el 17% (Lemarchand, 2015). En el periodo reciente 2017 - 2019, se muestra de nuevo el área de Ciencias Médicas como predominante en Latinoamérica. En Colombia en este periodo, se presentó una reorganización de la producción hacia las áreas de conocimiento de ciencias médicas las cuales alcanzaron el 28.73% (casi el doble de participación del periodo 2008 - 2014) (UNESCO, 2022).

Todas las previsiones latinoamericanas asociadas con la pandemia del SarsCov2, proyectaron que se agravarían los niveles de pobreza y desigualdad. Sin embargo, la pandemia también supuso una oportunidad para que la región viera la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, CTel, bajo una luz más positiva.

Desde el brote del virus del SarsCov2, los gobiernos de todo el mundo han recurrido a la ciencia en busca de soluciones. A nivel global, los objetivos y tópicos de investigación en temas de ciencia tienden a alinearse con la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Por ejemplo, el programa Colombia Bio busca incorporar el uso sostenible de la biodiversidad a nivel institucional.

Los objetivos de desarrollo sostenible, ODS, son un referente muy utilizado para comprender la orientación temática de los sistemas de ciencia. Durante el año 2021, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, realizó el lanzamiento del “Atlas del Conocimiento”³⁵. Esta plataforma abierta, fue construida a partir de los registros de documentos publicados por autores colombianos compilados por el sistema de Microsoft Research. Dentro de esta plataforma, se puede consultar la distribución de la producción en ciencia de Colombia, teniendo como base los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS. De acuerdo con los datos del Atlas del Conocimiento, tres ODS concentran el 80%

³⁵ Disponible en: <https://atlasdelconocimiento.ocyt.org.co/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

de la producción de Colombia: i) "3. Buena salud y bienestar" (32%), ii) "16. Paz, justicia e instituciones fuertes" (20%) e iii) "9. Industria, innovación e infraestructura" (19%). Este tipo de referentes como los ODS posibilitan el contraste de los hallazgos a partir de la clasificación de la OCDE.

La **Tabla 5**, muestra la distribución porcentual de las temáticas de la producción en ciencia de Colombia de acuerdo con el estándar FORD. Con base en la información de la **Tabla 5**, se identifica que la concentración en las temáticas de Ciencias Médicas y de la Salud dentro de la producción científica de Colombia, alcanzó un porcentaje del 28.73% del total nacional de la producción bibliográfica. Este es el máximo valor alcanzado dentro de esta serie histórica. Esta cifra es similar al porcentaje de la producción en Ciencias Médicas identificado dentro del Atlas del conocimiento del OCyT (29.35%).

Esta concentración puede estar directamente relacionada con la crisis de salud pública mundial del año 2020, asociada con el estudio de las mutaciones del virus Sars Cov2. Esta crisis promovió el estudio conjunto y publicación de resultados alrededor de tópicos como el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad del Covid 19, entre otros temas.

Tabla 5. Distribución por áreas FORD de la producción en ciencia de Colombia (%)

Área OCDE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ciencias naturales y exactas	28,24 %	28,40 %	28,10 %	27,70 %	28,36 %	27,69 %	27,59 %	26,41 %	24,39 %	22,59 %
Ingeniería y tecnología	27,65 %	26,43 %	26,25 %	26,16 %	25,47 %	25,27 %	24,12 %	25,21 %	23,00 %	22,12 %
Ciencias médicas y de la salud	17,92 %	19,11 %	18,60 %	18,62 %	18,90 %	18,55 %	18,44 %	22,52 %	25,85 %	28,73 %
Ciencias agrícolas	6,81 %	5,87 %	5,65 %	5,67 %	5,94 %	5,19 %	4,72 %	4,10 %	3,71 %	4,72 %
Ciencias sociales	7,85 %	8,27 %	8,52 %	9,26 %	9,52 %	10,54 %	11,44 %	10,45 %	10,44 %	9,87 %
Humanidades	9,89 %	10,85 %	11,54 %	11,40 %	10,61 %	11,48 %	11,54 %	10,23 %	11,46 %	10,54 %

Área OCDE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ciencias multidisciplina- rias ³⁶	1,43 %	0,91 %	1,14 %	0,95 %	1,05 %	0,95 %	0,78 %	0,69 %	0,78 %	0,96 %
Sin Clasificar	0,20 %	0,17 %	0,19 %	0,24 %	0,15 %	0,35 %	0,38 %	0,39 %	0,38 %	0,47 %

Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

Se evidencia también que los tópicos dentro del área de Ciencias Agrícolas tuvieron un aumento significativo dentro de la proporción de la producción bibliográfica total de Colombia (Ciencias Agrícolas pasó de una participación del 3,71% hasta 4,72% de la producción total). Esta variación, cambia la tendencia decreciente que se venía consolidando en los últimos cinco años.

Conclusiones

El presente capítulo caracteriza el estado del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia en el periodo 2011 - 2020 a través de indicadores bibliométricos. Se identifican tendencias alrededor de los valores de los indicadores como: número de documentos y artículos, número de citas promedio de documentos científicos, Coautoría nacional e internacional y distribución de las áreas de conocimiento de acuerdo con el estándar FORD de la OCDE. Para realizar estas estimaciones se utilizaron tres fuentes: WoS Clarivate, Scielo y Scopus.

Respecto a la serie del indicador de resultado de producción bibliográfica medida en el número de documentos y artículos publicados, el país mantiene un patrón creciente. Esta tendencia muestra el mismo sentido que la producción bibliográfica a nivel global y a nivel de Latinoamérica. Si bien el volumen de producción bibliográfica de Colombia hasta el año 2014 se destacó dentro de los países de Latinoamérica por su alta tasa de crecimiento, entre los años de 2015 y 2020, esta tasa de crecimiento disminuyó. Esta disminución puede asociarse con la baja eficacia gubernamental en la aplicación de políticas públicas de CTel. Si bien dentro del periodo 2019 - 2022, se generó una expectativa positiva con la creación del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de

³⁶ NOTA: Ciencias multidisciplinares no constituye un área OCDE. Aquí se clasifican los documentos que no siguen una orientación específica categorizada.

Colombia, a la fecha no ha sido posible evidenciar una incidencia significativa en el desempeño del sistema. Para realizar esta evaluación, se requiere un periodo de tiempo adecuado (cuatro años o más). Colombia superó, por primera vez en 2019, los 20.000 documentos científicos publicados en un año y durante 2020 los académicos colombianos publicaron 22.587 documentos.

Dentro de la serie del indicador de número de citas promedio de documentos científicos se mantiene una tendencia decreciente negativa. En Latinoamérica, los países con menor número de publicaciones obtienen valores promedio de citas mayores que los países que lideran la producción científica de la región como Brasil, Chile, Argentina y Colombia.

El análisis de los patrones de colaboración, muestran la continuidad de una tendencia creciente en coautoría internacional. Esta tendencia se vio potenciada durante el año 2020 por la producción en ciencias médicas y de la salud, dentro del tópico de Covid 19. En Colombia, 46 de cada 100 documentos de la producción científica del año 2020 se publicaron en colaboración con otros países. Los principales países colaboradores de Colombia son: Estados Unidos, España, Brasil, México y Reino Unido.

Dentro del análisis de colaboración internacional entre 2009 - 2019, se identificó un comportamiento creciente en la serie del número de países presentes dentro de las redes de colaboración. El número de países aumentó desde 109 en 2009 hasta 152 en 2019. En adición el promedio de vínculos colaboración internacional en la producción en ciencia de Colombia entre 2009 y 2019, aumentó desde 14 hasta 23 lazos por país.

En oposición, el porcentaje de coautoría única y coautorías nacionales mantiene una tendencia decreciente entre los años 2011 a 2020. El porcentaje de autoría única llegó a su nivel más bajo durante 2020 cuando alcanzó el 8%. Esto se explica parcialmente por la disminución del número de revistas indexadas dentro del sistema de homologación del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, Publindex. En el año 2014 existían más de 500 revistas indexadas y en la actualidad esta cifra no alcanza las 300.

El aumento del número de investigadores y de los porcentajes de colaboración dentro de la producción en ciencia de Colombia, permiten explicar parcialmente los niveles de crecimiento de la producción bibliográfica de Colombia.

La concentración de los tópicos de investigación de Colombia dentro del área de conocimiento de ciencias médicas y de la salud llegó su máximo nivel histórico. Esta concentración alcanzó el 28,73% de la distribución total de las áreas de conocimiento de la producción científica de Colombia. Este porcentaje es similar al que mostraron países como Venezuela, Brasil y Uruguay. El promedio Latinoamericano de concentración de la investigación en Ciencias médicas y de la salud alcanzó el 42% en 2019.

A pesar de los bajos valores de la tasa de investigadores por millón de habitantes de Colombia, se generaron volúmenes representativos y crecientes de documentos científicos. Esto puede explicarse en parte por los incentivos actuales para la producción científica, especialmente por parte de las instituciones de educación superior públicas.

Se requiere profundizar en los esfuerzos para superar las brechas de género en la producción en ciencia de Colombia. En promedio, solo uno de cada tres de los autores listados en los documentos científicos en Colombia, son mujeres. Estos esfuerzos podrían concentrarse en áreas de conocimiento como Ingeniería y Tecnología y Ciencias Naturales donde los niveles de participación de las mujeres son más bajos.

[Descargue aquí los indicadores del capítulo](#)

<https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2022/12/Indicadores-Bibliometria.xlsx>

Referencias

- Bordieu, P. (1975). *Sociology of science*.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmen, M., & Rickne, A. (2002). *Innovation systems: Analytical and methodological issues*. 31(2), 233–245.
- Gazni, A., Sugimoto, C. R., & Didegah, F. (2012). Mapping world scientific collaboration: Authors, institutions, and countries. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(2), 323–335. <https://doi.org/10.1002/asi.21688>
- Lemarchand, G. A. (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia -America Latina*. https://en.unesco.org/sites/default/files/usr15_latin_america_es.pdf
- Macaluso, B., Larivière, V., Sugimoto, T., & Sugimoto, C. R. (2016). Is science built on the shoulders of women? A study of gender differences in contributorship. *Academic Medicine*, 91(8), 1136–1142. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000001261>
- Merton, R. K. (1968). The Matthew effect in science: The reward and communication systems of science are considered. *Science*, 159(3810), 56–63.
- OCyT, O. C. de C. y T. (2020). Informe de Producción en ciencia de Colombia 2009 - 2018. <https://ocyt.org.co/>
- OCyT, O. C. de C. y T. (2022). Estudio de colaboración científica de Colombia: nivel macro (países) 2009 - 2019.
- Oppi, C., Cavicchi, C., & Vagnoni, E. (2021). The journey to gender-responsive budgeting: Lessons learned from higher education. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13042019>
- Price, D. J. D. S. (1963). *Little science, Big Science* (W. S. C. U. P. New York Chichester (ed.)). <https://doi.org/https://doi.org/10.7312/pric91844>
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348–349.
- Siler, K., Vincent-Lamarre, P., Sugimoto, C. R., & Larivière, V. (2022). Cumulative advantage and citation performance of repeat authors in scholarly journals. *PLoS ONE*, 17 (4 April). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265831>
- UNESCO. (2022). *State of science*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377433/PDF/377433eng.pdf.multi>
- Vargas-Quesada, B., & de Moya Aragón, F. (2007). *Visualizing the structure of science* (Springer (ed.))

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 WoS Clarivate, Scopus de Elsevier y Scielo, y cuyos autores tienen afiliación institucional con organizaciones localizadas 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 código ejecutado dentro la herramienta software R, 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.

NOTA DE CONSISTENCIA DE RESULTADOS Y LIMITACIONES DE LA INFORMACIÓN

Producción Bibliográfica en Ciencias del Informe de Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2020

A partir del examen de la serie de Producción bibliográfica total de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Scopus y WoS, 2011 – 2020, del Análisis de la Producción bibliográfica del sistema de ciencia de Colombia 2011 - 2020 se identifica consistencia en los resultados estimados. Esta consistencia se evidencia en las cifras de crecimiento anual (11,8%) que validan la tendencia creciente en el volumen de producción en ciencia de Colombia. En adición, este carácter positivo y creciente es consistente con las cifras globales de crecimiento de la producción en ciencia en el periodo 2020 (41,3%).

Al comparar las series de los resultados del volumen de productos totales dentro Scopus y Web of Science durante los años 2019 y 2020, se muestran diferencias en las cifras de los dos periodos que se resumen en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Resumen de diferencias en cifras de Producción total del año 2018 dentro de los informes de 2019 vs 2020

Producción total Informe Indicadores 2019	Informe Indicadores 2020	Diferencia
20.593 documentos	20.590 documentos	3 documentos

Las causas identificadas que explican estas variaciones en la consistencia de los datos son:

Las variaciones en el número de revistas indexadas en las bases de datos WoS Clarivate y Scopus. La eliminación de revistas en el periodo 2019 trae de manera implícita, una menor probabilidad de publicación de artículos dentro de estos dos sistemas.

El procesamiento ejecutado dentro de la homologación de registros únicos generó como resultado la caracterización de un grupo de 5.421 registros que se encuentran repetidos dos, tres o hasta cuatro veces dentro del lago de datos del OCyT. Estas coincidencias fueron identificadas a partir de dos metadatos de los registros electrónicos de los documentos: títulos y DOI (Digital Object Identifier).

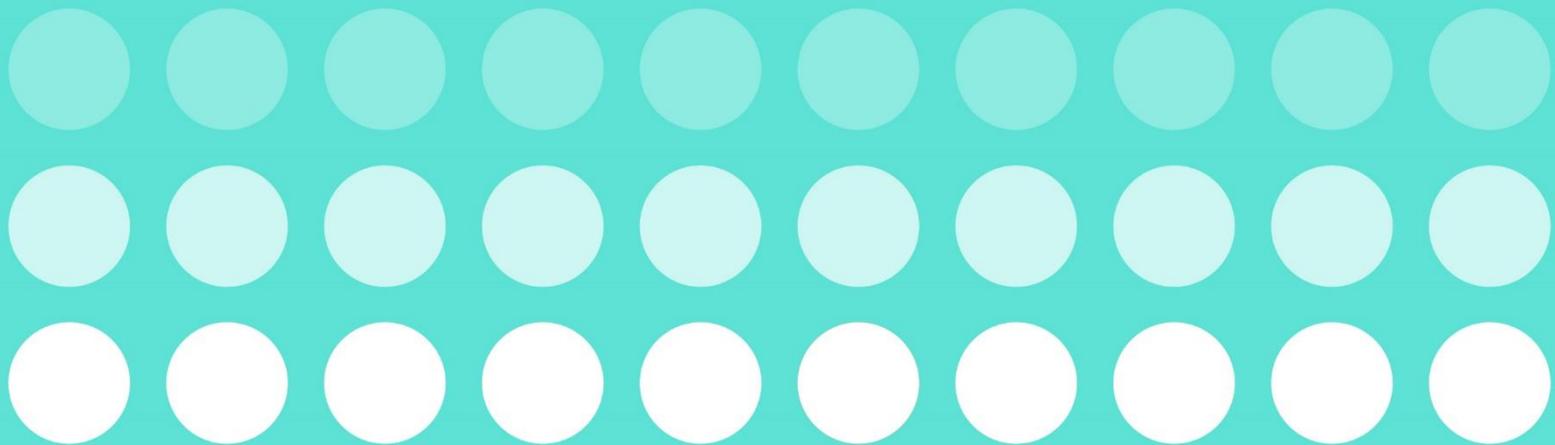


Efrén Romero Riaño
Líder Área de Bibliometría

eromero@ocyt.org.co

Ingeniero Industrial entusiasta por el desarrollo de estrategias innovadoras a partir de los descubrimientos de investigación generados como producto de la analítica de datos de ciencia métrica, con estudios de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Ha entregado sus últimos seis años a explorar modelos innovadores de visualización y al desarrollo de un emprendimiento para democratizar los datos de ciencia abierta dentro de la innovación empresarial. Ha adelantado entrenamientos relacionados con visualización, ciencia métrica y análisis de redes sociales en la Universidad de Leiden, Países Bajos.

Es líder de bibliometría del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y profesor de Bibliometría y Vigilancia Tecnológica de la Red Mutis, Doctorado en Ingeniería: UNAB, UAO y UAM. Actualmente es entrenador de docentes en universidades de Iberoamérica. Es Cofundador de DataBiz, una Spinoff orientada hacia la apertura y democratización de datos de CTI como medio para acelerar la sofisticación de estrategias y productos dentro de las empresas.



CAPÍTULO 5

INNOVACIÓN

Capítulo 5 · Innovación

Principales características de las empresas innovadoras en Colombia

Autores: Henry Mora Holguín, Juan Camilo Castellanos, Daniel Santiago Fuentes

El estado de la innovación en los territorios es un indicador clave para entender sus capacidades para responder a los retos económicos y sociales que se presenten. Un ejemplo de esto se evidencia en el último reporte del Índice Mundial de Innovación (GII por sus siglas en inglés) (WIPO, 2022), donde se destaca cómo los diferentes países que hacen parte de la medición han empleado la innovación como un mecanismo relevante para atender los efectos y consecuencias que ha dejado la pandemia del Covid-19.

De acuerdo con la última medición del GII (WIPO, 2022), a nivel mundial, las inversiones en ciencia e innovación muestran un ligero incremento respecto al año anterior, por ejemplo, el gasto total en Investigación y Desarrollo (I+D) creció 3,3% mientras que el gasto específico en I+D por parte de las empresas aumentó en 3,5%. No obstante, el contexto mundial indica que en estos tiempos de postpandemia se evidencia una desaceleración en el crecimiento de la productividad. En el caso de Colombia, ocupó la posición 63 dentro de 135 economías, posicionándose como el cuarto país en el grupo de América Latina y el Caribe, y el número quince dentro de los países con ingresos medianos altos.

Colombia obtuvo su mejor posición en el pilar de Desarrollo empresarial (posición 42) que considera las capacidades de absorción de conocimiento, los ecosistemas de innovación y la especialización de los trabajadores. El desempeño del País también fue sobresaliente en el pilar de Infraestructura (posición 59). Contrariamente los desempeños más bajos los tuvo en los pilares de Capital humano e investigación, y Producción creativa, con las posiciones 79 y 75 respectivamente³⁷ (WIPO, 2022).

37 La estructura del Índice Mundial de Innovación se puede consultar en: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2011/04/article_0005.html

De otro lado, considerando la medición del Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) 2021, desarrollado conjuntamente por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) desde 2015, se encuentra que el país tuvo un desempeño promedio un tanto superior al de la edición anterior; en el año 2021 el puntaje fue de 31,09 mientras que en la versión previa fue de 30,77. El IDIC en su más reciente edición también puso en evidencia importantes diferencias regionales en materia de innovación entre el centro y los departamentos más alejados, pues el territorio en la primera posición tuvo un puntaje de 77,88 mientras que el de la última posición tuvo 11,38 puntos (Bogotá-Cundinamarca y Vichada respectivamente) (DNP & OCyT, 2022).

Dentro del IDIC, así como en el GII, hay diferentes indicadores que se calculan con base a las capacidades y resultados de las empresas, la mayoría de ellos pertenecientes a los pilares de Sofisticación de negocios y Producción de conocimiento y tecnología, por ejemplo, el Gasto en I+D y en actividades conducentes a la innovación, las actividades de cooperación para innovar, el personal dedicados a actividades de innovación, las empresas innovadoras en sentido estricto y amplio³⁸, y los ingresos por ventas de productos innovadores, entre otros. Como señalan Ince y otros (2016) y Gómez y otros (2020), el impacto de las capacidades de las empresas para adaptarse a nuevas tecnologías y a partir de ello, por ejemplo, desarrollar nuevos productos (bienes y servicios), mejorar o innovar en los procesos, así como para satisfacer las necesidades actuales y futuras, se refleja en el desempeño innovador y competitividad de las economías.

Entendiendo el impacto que tienen las empresas en el desempeño innovador del país y sus departamentos, como se evidencia en el IDIC, el objetivo de este capítulo es analizar con más detalles algunas de las principales características de las empresas innovadoras (sentido estricto y amplio), para generar insumos que permitan direccionar el diseño de políticas de fomento a la innovación empresarial en el país. El análisis se hace a partir de la información recogida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE a través de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica - EDIT tanto para

38 De acuerdo con el DANE (2021), las empresas innovadoras en sentido estricto son aquellas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional; mientras que las empresas innovadoras en sentido amplio son las que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva.

empresas de manufactura como de servicios y comercio - EDITS, durante el periodo 2016 - 2020³⁹.

Para cumplir con el objetivo propuesto, este capítulo se encuentra organizado en cuatro secciones, además de esta introducción. En la segunda sección se presenta el contexto sobre las empresas analizadas, el número de innovaciones introducidas y los ingresos percibidos por la venta de estos productos. En la tercera sección se analiza la inversión que hacen estas empresas, entendiendo los montos y fuentes de financiación; en la cuarta sección se analiza el personal dedicado a actividades de innovación y las actividades propias de cooperación realizadas. Finalmente, en la última sección se presentan las principales conclusiones del análisis.

Empresas analizadas y sus resultados de innovación

De acuerdo con la última EDIT para empresas de manufactura EDIT X (2019 – 2020), se recogió información para un total de 7.762, mientras que para las empresas de servicios y comercio fueron 9.304 quienes respondieron la EDITS VII (2018 – 2019). En la **Tabla 1** se presenta la distribución de las empresas innovadoras en sentido estricto y amplio según tamaño de las empresas.

³⁹ Dado que las EDIT son bienales y que se intercala la medición entre las empresas de manufactura y servicios, para las empresas de manufactura el periodo de análisis es de 2015 a 2020 (EDIT VIII a EDIT X), mientras que para las empresas de servicios el análisis es de 2016 a 2019 (EDITS VI a EDITS VII). Para los indicadores que tengan información anualizada el periodo de observación será de 2016 a 2020.

Tabla 1. Distribución de las empresas innovadoras de los sectores de manufactura, servicios y comercio según tamaño de la empresa*, 2015 - 2020

Tamaño	Manufactura			Servicios y comercio	
	EDIT VIII (2015 – 2016)	EDIT IX (2017 – 2018)	EDIT X (2019 – 2020)	EDITS VI (2016 – 2017)	EDITS VII (2018 – 2019)
Pequeña	670	511	645	277	568
Media	672	663	712	766	1.255
Grande	380	398	408	610	873
Total de Empresas Innovadoras	1.722	1.572	1.765	1.653	2.696
Total de Empresas	7.947	7.529	7.762	8.651	9.304

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

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: Empresas que reporten máximo 49 empleados (≤ 49)

Mediana: Empresas que reporten entre 50 y 249 ($\geq 50 \leq 249$)

Grande: Empresas que reporten 250 o más empleados (≥ 250)

*El tamaño se estima a partir del número de empleados del segundo año de cada encuesta.

En el periodo EDIT X (2019 – 2020), cerca del 22,7% (1.765) de las empresas encuestadas presentaron un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado, o un proceso productivo nuevo (un 12,3% más que el periodo anterior); la mayoría de ellos introducidos por empresas de tamaño pequeño y mediano. En el caso de servicios y comercio, la proporción de empresas innovadoras fue mayor, alcanzando casi el 29% (que representó un aumento del 63% en relación con el periodo anterior), en este caso fueron las empresas de tamaño mediano y grande quienes contribuyeron en mayor medida a los resultados de innovación.

Un dato destacable de este conjunto de empresas innovadoras, para el último periodo de observación en cada encuesta, es que la mayoría de las empresas estaba gerenciada por hombres, más del 80% de las empresas de manufactura (1.428 empresas) y más del 76% de las de servicios (2.052 empresas). Además, más del 80% de las empresas innovadoras contaban con indicadores clave de desempeño para hacer seguimiento a la innovación (87% en el caso de las empresas de servicios y comercio, y 85% de las empresas de manufactura). Estos dos datos podrían analizarse con más detalle para

verificar o evaluar la incidencia que puede tener el líder o gerente de la empresa y/o el uso de indicadores de desempeño en las decisiones que se toman en materia de innovación y en los resultados que obtienen.

Por otro lado, en cuanto a la clasificación de las empresas innovadoras según la actividad económica que desarrollan, en la **Tabla 2** se evidencia que el número de empresas innovadoras en sentido estricto ha sido en promedio de 12 para las últimas encuestas, siendo el periodo de 2015 - 2016 el de mayor cantidad (14 empresas innovadoras en sentido estricto). Por su parte, las empresas innovadoras en sentido amplio han sido en promedio 1.674, la mayor cantidad se registró en la última encuesta. Las empresas innovadoras se dedican principalmente a actividades de elaboración de productos alimenticios y fabricación de sustancias y productos químicos.

En el caso de las empresas de servicios y comercio la situación es similar, como se evidencia en la **Tabla 3**, la mayoría de las empresas innovadoras lo son en un sentido amplio, es decir que desarrollan e introducen innovaciones a nivel de empresa. En las dos últimas EDITS se han identificado 16 y 6 empresas en sentido estricto respectivamente, que han representado menos del 1% del total de empresas innovadoras. Dentro de las empresas más innovadoras se destacan las dedicadas a educación superior y a actividades de investigación y desarrollo, mientras que las innovadoras en sentido amplio en su mayoría son de los sectores de atención a la salud humana y comercio al por mayor. Contrariamente, los sectores con menor número de empresas innovadoras fueron Transporte aéreo y Cinematografía, grabación de sonido y edición de música.

Estos datos ponen en manifiesto cómo la mayoría de las innovaciones que realizan las empresas en país corresponden a productos (bienes o servicios) que ya han sido introducidos en el mundo e incluso en el país por otras empresas. Además, la tendencia muestra que tanto el número de empresas innovadoras en sentido estricto, como el número de las innovaciones de este tipo, han venido disminuyendo de manera constante.

Tabla 2. Número de empresas de manufactura según actividad económica y alcance de la innovación, 2015 - 2020

CIIU	Actividad económica	EDIT VIII (2015 – 2016)		EDIT IX (2017 – 2018)		EDIT X (2019 – 2020)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
10	Elaboración de productos alimenticios	0	342	0	330	3	382
11	Elaboración de bebidas	0	21	0	33	0	34
13	Fabricación de productos textiles	0	60	0	55	1	63
14	Confección de prendas de vestir	1	140	0	121	0	153
15	Curtido y recurtido de cueros; fabricación de productos en cuero, adobo y teñido de pieles	1	72	1	44	0	50
16	Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho	1	25	0	15	0	19
17	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón	1	27	0	26	0	33
18	Actividades de impresión y de producción de copias a partir de grabaciones originales	0	77	1	66	0	61
19	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles	1	16	1	12	1	16
20	Fabricación de sustancias y productos químicos	2	179	2	191	1	202
21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	1	72	1	61	1	71
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico	1	131	0	137	1	175
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0	83	0	70	0	76
24	Fabricación de productos metalúrgicos básicos	0	26	0	29	0	23
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	1	103	1	85	1	88
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	0	7	0	8	0	7
27	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico	1	60	1	55	0	51
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	2	86	2	80	1	86

CIIU	Actividad económica	EDIT VIII (2015 – 2016)		EDIT IX (2017 – 2018)		EDIT X (2019 – 2020)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	0	41	0	37	0	42
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	0	12	0	10	0	8
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres	0	65	0	53	0	51
32	Otras industrias manufactureras	1	54	1	39	0	45
33	Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo	0	9	0	4	1	18
Total		14	1.708	11	1.561	11	1.754

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

Cálculos: OCyT.

Tabla 3. Número de empresas de servicios y comercio según actividad económica y alcance de la innovación, 2016 - 2019

CIIU	Actividad económica	EDITS VI (2016 – 2017)		EDITS VII (2018 – 2019)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0	36	0	51
36	Captación, tratamiento y distribución de agua	0	47	0	55
37, 38	Tratamiento de aguas residuales y disposición de desechos	0	32	0	59
45	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos	0	54	0	77
46	Comercio al por mayor, excepto el comercio de vehículos	0	255	0	503
47	Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos	0	185	0	327
492	Transporte terrestre público automotor	0	207	0	358
51	Transporte aéreo	0	10	0	9
53	Correo y servicios de mensajería	0	13	0	20
55, 561-2	Alojamiento y servicios de comida	0	102	0	203
58	Actividades de edición	0	16	0	31
59	Cinematografía, grabación de sonido y edición de música	0	4	0	10

CIU	Actividad económica	EDITS VI (2016 – 2017)		EDITS VII (2018 – 2019)	
		Sentido estricto	Sentido amplio	Sentido estricto	Sentido amplio
60	Actividades de programación, transmisión y/o difusión	0	13	0	13
61	Telecomunicaciones	1	45	0	64
620, 631	Desarrollo de sistemas informáticos y procesamiento de datos	0	99	0	168
641	Actividades bancarias	0	21	1	21
72	Centros de investigación y desarrollo	3	27	1	29
854	Educación superior	11	148	4	192
86	Salud humana	1	323	0	500
Total		16	1.637	6	2.690

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII.

Cálculos: OCyT.

De acuerdo con el tipo de innovación, de producto o proceso, y el grado de innovación (nuevo o mejorado), se encontró que la mayoría de las empresas innovan en los procesos, ya sea en un proceso productivo o de prestación del servicio, un método organizativo, una técnica de comercialización, un método de procesamiento de información, un método de distribución o de contabilidad, y un poco menos en productos, no obstante, la mayoría de estas innovaciones son de productos nuevos (Ver **Tabla 4**).

En el caso de la última EDIT (2019-2020), hubo un total de 612 empresas que reportaron productos nuevos, es decir, cuyas características fundamentales revisten novedad con relación a los correspondientes a productos anteriores a la empresa, de estas, tan solo 7 introdujeron servicios o bienes nuevos en el mercado internacional, la mayoría innovaron solamente para su empresa (599 empresas) y otras tanto para el mercado nacional (32 empresas). Por su parte, las que innovaron en productos mejorados también lo hicieron mayormente para productos mejorados que solo eran novedosos para la empresa.

Una situación similar se evidenció para las empresas de servicios y comercio, de acuerdo con la última EDITS (2018-2019), de las 710 empresas que innovaron en productos nuevos, la mayoría lo hizo para bienes o servicios que eran nuevos únicamente para su empresa; así mismo sucedió con las 334 que innovaron en productos mejorados, casi todas las empresas introdujeron innovaciones que solo eran novedosas para sí mismas,

pues correspondían a productos mejorados que ya existían en el mercado nacional e internacional.

La evidencia aquí expuesta, tanto para empresas de manufactura como de servicios y comercio, soporta además la idea señalada en el estudio sobre la dinámica de la actividad empresarial en Colombia, del *Global Entrepreneurship Monitor - GEM* en Colombia (Varela, y otros, 2020), que indica que la mayoría de las empresas en el país ofrecen productos y servicios tradicionales y solo un grupo menor comercializa productos novedosos.

Tabla 4. Número de empresas innovadoras según tipo y grado de innovación, 2015 - 2020

Tipo y grado de innovación	Manufactura			Servicios	
	EDIT VIII (2015 – 2016)	EDIT IX (2017 – 2018)	EDIT X (2019 – 2020)	EDITS VI (2016 – 2017)	EDITS VII (2018 – 2019)
Producto nuevo	599	430	612	465	710
Producto mejorado	571	578	557	334	686
Procesos	1.393	1.298	1.494	1.345	2.398

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Consecuentemente con la disminución en el número de empresas innovadoras también se ha incrementado el número de empresas que consideran que existen obstáculos de importancia media y alta asociados a la innovación, en la **Tabla 5** se resumen los principales obstáculos, asociados a capacidades internas e información, riesgos, y el entorno. En general, los principales obstáculos se asocian a las capacidades internas y a la escasa información.

Destaca que para tanto para el sector de manufactura como de servicios, la escasez de recursos propios fue el obstáculo en el que más empresas consideraron que la importancia era alta a la hora de innovar, seguido por la incertidumbre frente a la demanda que tendría el producto (bien o servicio) innovador, y la baja cultura innovadora (principalmente para empresas manufactureras). Contrariamente, un menor número de empresas consideró como de alta importancia la escasa información disponible sobre tecnología, la baja oferta de servicios de inspección, pruebas, certificación y verificación, y la insuficiente capacidad del sistema de propiedad intelectual.

Tabla 5. Número de empresas innovadoras que consideran que el desarrollo de la innovación se vio afectado por diferentes tipos de obstáculos, 2015 - 2020

Sector	Manufactura			Servicios	
	EDIT VIII (2015 – 2016)	EDIT IX (2017 – 2018)	EDIT X (2019 – 2020)	EDITS VI (2016 – 2017)	EDITS VII (2018 – 2019)
Obstáculos asociados a información y capacidades internas					
Escasez de recursos propios	1.055	1.032	1.141	1.108	1.686
Falta de personal calificado	858	795	868	875	1.422
Dificultad para el cumplimiento de regulaciones	716	734	794	736	1.206
Escasa información sobre mercados	839	835	889	781	1.232
Escasa información sobre tecnología disponible	761	797	847	718	1.183
Escasa información sobre instrumentos públicos de apoyo	819	812	875	750	1.185
Baja cultura de la innovación	n.d.	n.d.	1.233	n.d.	1.555
Total	1.365	1.309	1.477	1.350	2.211
Obstáculos asociados a riesgos					
Incertidumbre frente a la demanda de bienes y servicios innovadores	1.073	1.075	1.144	1.035	1.635
Incertidumbre frente al éxito en la ejecución técnica del proyecto	998	1.011	1.048	977	1.588
Baja rentabilidad de la innovación	918	952	886	911	1.474
Total	1.248	1.222	1.368	1.208	1.920
Obstáculos asociados al entorno					
Dificultades para acceder a financiamiento externo a la empresa	792	772	838	772	1.249
Escasas posibilidades de cooperación con otras empresas	761	771	938	790	1.207
Facilidad de imitación por terceros	1.007	913	736	437	1.219
Insuficiente capacidad del sistema de propiedad intelectual	702	675	737	577	998
Baja oferta de servicios de inspección, pruebas, certificación y verificación	680	656	966	612	994
Competencia desleal en el mercado	n.d.	n.d.	913	n.d.	1.177
Total	1.252	1.161	1.344	1.127	1.847

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Nota: Se incluyen las empresas que consideraron para cada obstáculo que este tuvo una importancia media o alta a la hora de innovar.

De otro lado, considerando el efecto que la innovación puede representar para las empresas, en la **Tabla 6** se evidencia cuántas de las empresas innovadoras de manufactura, servicios y comercio, para la última encuesta respectivamente, tuvieron ventas correspondientes a las innovaciones introducidas. Se encuentra que, del total de empresas innovadoras del sector de manufactura, el 52,58% (928 empresas) tuvieron ventas de sus productos innovadores en el mercado nacional y 29,35% (518 empresas) en el mercado extranjero.

En el caso de las empresas innovadoras en el sector servicios y comercio, el 38,17% (1.029 empresas) reportó ventas de sus productos innovadores en el mercado nacional y 4,78% (129 empresas) en el mercado internacional. Asimismo, se evidencia que el porcentaje de las ventas de productos innovadores respecto al total de ventas de las empresas es relativamente bajo, entre el 1% y el 20%; destaca también un conjunto de 120 empresas para las cuales más del 40% de sus ventas correspondió a la comercialización de sus productos innovadores. Es de mencionar también, que consecuente con el grado de novedad de las innovaciones introducidas, la mayoría de las ventas corresponden a bienes o servicios que eran novedosos solamente para las empresas que los desarrollaron, y no tanto para el mercado nacional o internacional.

Tabla 6. Número de empresas con ventas de productos innovadores, según porcentaje y área geográfica de las ventas, 2018 - 2020

Sector	EDIT X (2019 – 2020)			EDITS VII (2018 – 2019)		
	0% - 20%	21% - 40%	41% - 100%	0% - 20%	21% - 40%	41% - 100%
Bienes o servicios nuevos o mejorados para la empresa						
Ventas nacionales	816	72	31	840	44	120
Ventas extranjeras	379	18	21	105	1	5
Bienes o servicios nuevos o mejorados para el mercado nacional						
Ventas nacionales	57	1	0	83	1	3
Ventas extranjeras	37	1	1	19	1	1
Bienes o servicios nuevos o mejorados para el mercado internacional						
Ventas nacionales	10	0	0	6	0	0
Ventas extranjeras	10	0	0	0	0	0
Total empresas innovadoras en bienes o servicios						
Ventas nacionales	928			1.029		
Ventas extranjeras	518			129		
Total empresas innovadoras	1.765			2.696		

Fuente: DANE. EDITS VII, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Otro aspecto para destacar sobre las empresas innovadoras tiene que ver con la vinculación con el sector público, pues una de las estrategias que diferentes gobiernos emplean para favorecer la innovación son las compras públicas, a partir de la cual se incentiva el desarrollo y venta de productos innovadores. De acuerdo con las últimas encuestas de desarrollo e innovación tecnológica, la proporción de empresas innovadoras que han tenido contratos con entidades públicas (nacionales o del extranjero) ha venido disminuyendo, mientras en el periodo 2015 - 2016 representaban el 22% de las empresas manufactureras innovadoras, en el periodo 2019 - 2020 solo representaron el 17%, y en el caso de las empresas de servicios y comercio pasaron de 43% a 40% de 2016 - 2017 a 2018 - 2019 respectivamente.

En números absolutos, para el sector de manufactura, tanto las empresas con contratos con el sector público en general, como las que suministran innovaciones al sector público ha disminuido para los últimos 6 años. En el caso de los sectores de servicio y comercio el comportamiento ha sido el opuesto, se ha incrementado el número de empresas con

contratos con entidades públicas y también lo ha hecho el número de empresas que suministran innovaciones a este tipo de entidades. Así mismo, se ha mantenido una mayor proporción de estos vínculos con entidades públicas nacionales que con extranjeras, para empresas tanto de servicios y comercio como de manufactura.

Tabla 7. Número de empresas innovadoras que tuvieron contratos con entidades del sector público (nacional o extranjero) y que les suministraron innovaciones de producto, 2015 - 2020

Sector	Manufactura			Servicios	
	EDIT VIII (2015 – 2016)	EDIT IX (2017 – 2018)	EDIT X (2019 – 2020)	EDITS VI (2016 – 2017)	EDITS VII (2018 – 2019)
Empresas con contratos con el sector público					
Entidad pública nacional	364	320	288	698	1.069
Entidad pública extranjera	40	34	36	54	76
Total	372	323	296	703	1.077
Empresas que suministran innovaciones al sector público					
Entidad pública nacional	106	102	84	205	348
Entidad pública extranjera	18	18	14	22	28
Total	111	105	84	209	352

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Inversión en actividades conducentes a la innovación

Para el desarrollo e introducción de innovaciones las empresas realizan inversiones en diferentes actividades conducentes a la innovación, entre ellas aquellas ejecutadas con la intención de producir, promover, difundir y/o aplicar conocimientos científicos y técnicos. En este sentido, como señalan Velásquez y otros (2018), la inversión en I+D se correlaciona con la introducción de innovaciones en los servicios, además que las innovaciones mejoran la productividad como se evidencia en la industria manufacturera. No obstante, se reconocen también otro tipo de inversiones como las reportadas en la **Tabla 8**.

De acuerdo con la **Tabla 8**, la actividad conducente a la innovación en la que más se invierte es Adquisición de maquinaria y equipo, alrededor del 32,3% de toda la inversión, las siguientes actividades con mayor inversión en promedio son I+D y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y desarrollo de software y actividades de análisis de datos. De hecho, en 2020, la inversión en maquinaria y equipo fue de 42,5% y del 19,7% la de I+D.

Respecto a las actividades de menor inversión durante los últimos años, éstas corresponden a: i) adquisición o uso de propiedad intelectual, ii) ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativas, iii) edificaciones para actividades de innovación, y iv) actividades para el desarrollo de métodos organizativos (estos dos últimos tipos de actividades se incluyeron en las últimas Encuestas de Desarrollo Tecnológico e Innovación). Se evidencia, además, que la inversión se ha incrementado en general para todas las empresas, principalmente para aquellas de servicios y comercio.

Tabla 8. Monto invertido por las empresas innovadoras en actividades conducentes a la innovación, según tipo de actividad, 2015 - 2020
(Cifras en miles de millones de pesos)

Actividad conducente a la innovación	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Actividades de I+D Internas	766,1	932,9	767,0	1.424,9	1.481,2	344,1
Adquisición de I+D externa	30,8	151,8	182,4	405,3	477,4	58,7
Adquisición de maquinaria y equipo	880,2	1.427,1	1.295,3	1.463,7	2.138,8	744,2
TIC, desarrollo de software y actividades de análisis de datos	158,5	847,7	886,5	1.185,9	1.689,9	173,0
Mercadotecnia	82,4	202,7	152,2	179,8	229,4	86,1
Adquisición o uso de propiedad intelectual	135,1	169,8	66,7	21,0	35,0	8,5
Asistencia técnica y consultoría	51,7	164,4	168,2	212,2	385,3	122,2
Ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativas	162,1	24,5	55,2	85,6	178,8	100,4
Formación y capacitación	8,6	46,4	47,7	98,2	108,4	20,7
Edificaciones para actividades de innovación	n.d.	n.d.	n.d.	246,4	311,9	54,8
Actividades para el desarrollo de métodos organizativos	n.d.	n.d.	n.d.	40,5	80,0	37,2
Total	2.275,4	3.967,3	3.621,2	5.363,6	7.116,2	1.749,8

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

Los recursos para el financiamiento de las actividades de innovación pueden provenir de diferentes recursos además de los propios de las empresas, por ejemplo, de recursos públicos o privados, provenientes de terceros tales como el crédito, las inversiones de capital, la banca privada, las agencias u organizaciones privadas (nacionales e internacionales), entre otros. En la **Tabla 9** se evidencia que la mayor parte de la inversión que realizan las empresas proviene de sus ingresos (en promedio el 82,8% del total de inversión), seguido de los recursos de banca privada (en promedio el 11,0% del total de inversión) y los recursos de otras empresas del grupo (en promedio 3,4% del total).

Contrariamente, la menor parte de la financiación de las actividades conducentes a la innovación proviene de fondos de capital privado, principalmente extranjero, y de recursos de cooperaciones o donaciones. Los datos recabados para las empresas en Colombia, a partir de la EDIT, son concordantes con lo evidenciado en la literatura, sobre el uso de los recursos propios como principal fuente de financiación de la innovación empresarial (Barona, Rivera, Aguilera, & Garizado, 2015).

De acuerdo con Velásquez y otros (2018), en el contexto global, los principales instrumentos públicos de soporte a la innovación en los últimos años son los préstamos, las subvenciones, la reducción de impuestos, las ayudas para la creación de redes, las ayudas públicas para la adquisición de información y asistencia a ferias comerciales. En el caso de Colombia, de acuerdo con las EDIT, los recursos públicos son la cuarta fuente de financiación y representan en promedio el 6% de la inversión; la mayor parte de estos corresponden a fondos obtenidos de las diferentes líneas de financiamiento público para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

Respecto a los obstáculos que deben enfrentar las empresas en Colombia para acceder a recursos de financiación público destacan: la dificultad para cumplir con los requisitos o completar trámites, el tiempo excesivo que toma los trámites, lo poco atractivo de las condiciones de financiación y la falta de información sobre requisitos y trámites.

Tabla 9. Monto invertido por las empresas innovadoras en actividades conducentes a la innovación según fuente de financiación, 2015 - 2020 (Cifras en millones de pesos)

Fuente de financiación	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Recursos propios de la empresa	1.938,7	3.264,4	2.938,9	4.364,5	5.857,9	1.475,5
Recursos de otras empresas del grupo	29,9	95,4	29,1	32,3	133,6	60,1
Recursos públicos	12,8	156,7	162,0	533,4	559,0	14,4
Recursos de banca privada nacional	185,9	264,6	388,5	286,6	437,9	192,4
Recursos de banca privada extranjero	103,4	108,5	4,4	17,7	22,3	5,4
Recursos de otras empresas nacionales	3,4	33,5	32,8	48,0	45,6	1,7
Recursos de otras empresas extranjeras	0,4	4,3	9,3	2,8	12,6	0,0
Fondos de capital privado nacional	0,9	0,5	1,8	22,0	8,4	0,4
Fondos de capital privado extranjero	0,0	0,0	0,0	0,004	0,003	0,0
Recursos de cooperación o donaciones nacional	0,002	38,1	50,9	46,9	19,0	0,0
Recursos de cooperación o donaciones extranjeras	0,0	1,2	3,4	9,4	20,1	0,009
Total	2.275,4	3.967,3	3.621,2	5.363,6	7.116,2	1.749,8

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

En general, se evidencia que la inversión se ha incrementado durante los últimos años, aunque en 2017 se dio una disminución de casi 10%. Este incremento también se ha evidenciado en el Ranking de Innovación Empresarial de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), que indicó en su último informe que la inversión ha registrado un aumento significativo desde 2016 cuando se hizo el ranking por primera vez (Portafolio, 2022).

Personal y actividades de cooperación para la innovación

De acuerdo con Velásquez y otros (2018), el talento humano juega un papel clave en la innovación de las empresas, tanto en países emergentes como desarrollados; además, como señalan Li y otros (2006), el conocimiento que absorbe el personal contribuye a la obtención y uso de habilidades existentes y nuevas, que pueden ser implementadas o aprovechadas en pro de la innovación.

Por su parte, el DANE define el personal dedicado a actividades conducentes a la innovación como aquel que desarrolla actividades dentro de la empresa dirigidas a la producción, promoción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos; y al desarrollo o introducción de servicios o bienes nuevos o mejorados, o la implementación de procesos nuevos o mejorados. En relación con esto, en la **Tabla 10** se evidencia el volumen del personal dedicado a actividades conducentes a la innovación en las empresas colombianas.

Tabla 10. Personal que realizó actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras, según nivel educativo, 2015 - 2020

Nivel de Educación		2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Doctorado (Ph.D)	Total	233	12.352	13.476	13.951	14.837	182
	Act. Innov	91	3.642	3.967	4.705	4.942	99
Maestría	Total	3.823	63.275	67.643	66.569	69.917	4.443
	Act. Innov	665	8.030	9.209	12.978	13.632	1.069
Especialización	Total	12.696	104.359	106.111	115.855	121.431	15.804
	Act. Innov	1.665	8.127	8.961	10.434	11.560	2.200
Profesional	Total	56.292	282.639	284.651	338.525	352.702	60.756
	Act. Innov	5.266	17.936	18.493	21.111	23.512	6.629
Tecnólogo	Total	33.453	106.793	109.503	143.746	151.697	42.457
	Act. Innov	2.076	3.876	3.484	4.467	5.285	2.283
Técnico	Total	44.856	164.172	171.427	234.364	247.395	54.959
	Act. Innov	1.831	3.581	3.011	3.399	4.141	1.768
Total		199.450	430.864	428.708	521.672	564.433	218.222

Nivel de Educación		2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Educación secundaria	Act. Innov	5.628	7.614	3.528	2.629	2.660	1.724
Educación primaria	Total	24.262	49.047	44.637	52.957	57.117	22.094
	Act. Innov	726	969	208	125	107	76
Formación Profesional Integral - SENA	Total	7.814	27.908	27.282	32.262	33.829	8.615
	Act. Innov	195	392	318	255	436	291
Ninguno	Total	3.001	11.063	10.376	8.444	7.100	1.949
	Act. Innov	11	13	8	4	4	5
Total	Total	385.880	1.252.472	1.263.814	1.528.345	1.620.458	429.481
	Act. Innov	18.154	54.180	51.187	60.107	66.279	16.144

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.
Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

A partir de la **Tabla 10** se evidencia que la mayor parte del personal empleado en las empresas encuestadas tiene educación secundaria, y para el caso del personal que desarrolla actividades conducentes a la innovación la mayoría tienen título profesional. Destaca que tanto el número total de empleados como el de los dedicados a innovación se ha incrementado de manera constante durante los últimos años. Se evidencia un incremento mayor, para el último año, del personal que trabaja en innovación y que tiene formación profesional integral del SENA (41,5%), técnica (18%), tecnológica (16%) y profesional (10%). Para el último año el personal dedicado a actividades de innovación aumentó en un 9,3% mientras que el personal total lo hizo en un 5,7%. No obstante, el personal dedicado a innovación ha representado en promedio el 4% del total personal ocupado, para el periodo entre 2015 y 2020.

Particularmente, en cuanto al personal total con formación de alto nivel (maestría y doctorado), hay una gran proporción que se dedica a actividades de innovación, en promedio el 32% de los doctores, el 16 de los magísteres y el 9% de los especialistas. En el último año, la proporción de personal dedicado a actividades de innovación, con formación de doctorado y maestría, se incrementó en un 5%, y en un 10% para el caso del personal con especialización. El aumento de los empleados dedicados a la innovación, con formación doctoral, en las empresas encuestadas guarda relación con los datos obtenidos del último Ranking de Innovación Empresarial, que señala como las

empresas van incrementado su participación como fuente de empleo para los doctores en el país (Portafolio, 2022).

Respecto al personal que se dedica a actividades conducentes a la innovación y al área funcional en el que desarrollan sus actividades, la mayoría lo hacen desde el área de producción, en el caso de las empresas de manufactura, y en el área de I+D en el caso de las empresas de servicios y comercio. De otro lado, en cuanto a la desagregación por sexo se evidencia que en promedio el 34% del personal que desarrolla actividades de innovación en empresas de manufactura es mujer, mientras que en las empresas de servicios las mujeres representan el 43%. Particularmente en el área contable y financiera es donde hay una mayor proporción de mujeres trabajando en actividades conducentes a la innovación, y contrariamente, la menor proporción se ubica en el área de dirección (Ver **Tabla 11**). Estos aspectos de brecha de género son relevante de analizar tanto para Colombia como a nivel mundial, como se indicó más arriba, estudios sobre este tema permitirán direccionar mejor las acciones para cerrar la brecha e incrementar la participación de las mujeres.

Tabla 11. Personal que realizó actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras, según sexo y área funcional de la empresa, 2015 - 2020

Área funcional	Sexo	Manufactura			Servicios	
		EDIT VIII (2015 - 2016)	EDIT IX (2017 - 2018)	EDIT X (2019 - 2020)	EDITS VI (2016 - 2017)	EDITS VII (2018 - 2019)
Dirección General	Hombre	982	813	876	2.227	2.298
	Mujer	313	248	330	2.520	1.390
Administración	Hombre	1.508	1.084	1.264	2.935	3.107
	Mujer	1.131	775	975	2.369	2.872
Mercadeo y Ventas	Hombre	1.104	739	836	1.461	1.782
	Mujer	1.157	648	821	1.232	1.747
Producción	Hombre	7.627	3.805	4.476	3.547	6.151
	Mujer	2.510	1.121	1.402	2.861	2.950
Contable y Financiera	Hombre	234	151	259	476	741
	Mujer	371	211	367	627	1.005
Investigación y Desarrollo (I+D)	Hombre	2.258	2.343	2.693	11.635	16.337
	Mujer	1.394	1.341	1.845	7.931	11.823
Total	Hombre	13.713	8.935	10.404	22.281	30.416
	Mujer	6.876	4.344	5.740	17.540	21.787

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

Por otra parte, al analizar la distribución del personal que se dedica actividades de innovación según su ubicación geográfica, para entender y conocer cómo se fortalecen los sistemas de innovación locales, se encuentra que la mayoría se concentran en los departamentos con sistemas de innovación más robustos, sistemas productivos más eficientes y desarrollados, y que históricamente han tenido un mejor desempeño en el Índice Departamental de Innovación para Colombia (DNP & OCyT, 2022), principalmente en Bogotá-Cundinamarca, Antioquia, Atlántico, Santander y Valle. Así mismo, la menor concentración se evidencia en los departamentos con menor desarrollo y capacidades de innovación, entre estos: Vaupés, Putumayo, Guainía, San Andrés y Providencia, Chocó, Vichada y Guaviare (Ver **Tabla 12**).

Tabla 12. Personal que realizó actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras según departamento, 2015 - 2020

Departamento	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Amazonas	4	19	41	155	211	26
Antioquia	5.852	12.245	9.898	11.245	11.961	4.164
Arauca	0	13	75	51	64	4
Atlántico	1.004	2.995	2.710	2.216	2.310	916
Bogotá D.C.	5.090	20.138	19.661	21.111	23.130	3.786
Bolívar	306	652	962	2.276	3.066	1.068
Boyacá	409	996	796	1.066	1.351	123
Caldas	550	1.554	1.311	1.317	1.143	423
Caquetá	5	38	48	139	158	0
Casanare	14	103	143	190	183	17
Cauca	222	803	992	1.245	1.238	45
Cesar	22	147	257	393	388	13
Chocó	0	13	21	37	59	0
Córdoba	23	600	697	590	756	42
Cundinamarca	1.108	2.496	2.568	2.760	3.392	1.719
Guainía	2	8	9	33	66	2
Guaviare	0	6	2	65	68	1
Huila	43	330	362	783	710	41
La Guajira	2	39	47	893	928	3
Magdalena	48	478	541	601	666	11
Meta	73	575	570	756	639	39
Nariño	13	394	465	593	700	71

Departamento	2015*	2016	2017	2018	2019	2020*
Norte de Santander	138	379	320	418	479	86
Putumayo	2	14	12	27	44	1
Quindío	47	488	483	717	648	141
Risaralda	337	890	804	996	1.231	506
San Andrés y Providencia	0	8	11	41	57	4
Santander	784	2.484	2.163	2.509	2.963	641
Sucre	30	161	218	274	269	18
Tolima	133	543	495	630	631	55
Valle del Cauca	1.893	4.552	4.480	5.910	6.681	2.170
Vaupés	0	2	3	33	26	0
Vichada	0	17	22	37	63	8
Total	18.154	54.180	51.187	60.107	66.279	16.144

Fuente: DANE. EDITS VI, EDITS VII, EDIT VIII, EDIT IX, EDIT X.

Cálculos: OCyT.

* Incluye solamente la inversión de las empresas de Manufactura.

Como se ha descrito hasta aquí, el desarrollo e introducción de innovaciones está influenciado por el personal que desarrolla estas actividades, así como por la inversión y los recursos económicos que las empresas dedican para ello. No obstante, tal como indica el DANE (2020), “la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación en la empresa, depende en parte de la diversidad y estructura de las relaciones que ella establece con otras organizaciones (públicas, privadas o mixtas) y del grado de utilización de fuentes de información para proveerse de nuevas ideas para desarrollar o implementar innovaciones”.

Además, “dichas relaciones pueden existir tanto con fuentes internas a la empresa, es decir grupos, departamentos o personas dentro de la misma empresa u otras empresas del mismo grupo; como con fuentes externas a la empresa, es decir, organizaciones o empresas que no pertenecen al grupo empresarial, o medios de información de libre acceso” (DANE, 2020).

En el caso de las fuentes internas de ideas para innovar, las empresas innovadoras en mayor medida consideran importantes las ideas provenientes de los directivos de la empresa, así como las que surgen de los departamentos de: producción u operaciones y del de mercadeo y ventas. En el caso de las fuentes externas, la principal fuente es el

internet, seguido de los clientes, los proveedores y las normas y reglamentos técnicos. Contrariamente, las fuentes externas consideradas menos relevantes son las Incubadoras de empresas de base tecnológica, los Parques Tecnológicos y Centros Regionales de Productividad, y los Centros de formación o Tecnoparques SENA.

De otro lado, particularmente sobre el establecimiento de relaciones de cooperación con otros actores, las empresas innovadoras en Colombia siguen el patrón de otros países, que como se ha documentado en la literatura, por ejemplo, Velásquez y otros (2018), se concentra en vínculos con entidades dedicadas a la investigación, proveedores y consultores especializados, pues a partir de estos se facilita la introducción de innovaciones, mediante la transferencia de conocimientos y tecnologías, y la capacitación.

Como señalan Castillo y Gómez (2021), las empresas toman la decisión de cooperar con los actores del sistema para compartir los costos y riesgos, o para adquirir recursos y capacidades asociados a los procesos de innovación. El desarrollo de la innovación empresarial requiere de conocimientos y procesos avanzados que se pueden encontrar con la ayuda y cooperación de las organizaciones de conocimiento. En el caso de las empresas innovadoras del sector de manufactura, los principales socios son los proveedores (para la adquisición de maquinaria y la asistencia técnica), clientes (para actividades de I+D y mercadotecnia) y universidades (para I+D y asistencia técnica y consultoría). Por su parte, para las empresas innovadoras del sector servicios y comercio, los principales socios son los proveedores (para las TIC y la asistencia técnica y consultoría), universidades (para I+D y formación y capacitación), y los consultores, expertos o investigadores (para la asistencia técnica y consultoría y TIC). Contrariamente, tanto para empresas de servicios y comercio como de manufactura los socios menos frecuentes son los Parques Tecnológicos y Centros Regionales de Productividad.

Sobre los socios y los objetivos de la cooperación hay un amplio campo de investigación, pues este tipo de vínculos podría tener efectos sobre el tipo de innovación generada. Como señalan Castillo y Gómez (2021), algunos estudios han demostrado que la cooperación con empresas nacionales tiene un mayor efecto sobre la innovación de producto y proceso, mientras que la cooperación con organizaciones del conocimiento nacionales aporta más a la innovación organizacional. En el caso colombiano se podría realizar este análisis, para contribuir a identificar los determinantes de los diferentes tipos de innovación y a generar insumos para el diseño de políticas públicas que ayuden a superar algunos de los obstáculos que imposibilitan la cooperación.

Conclusiones

De acuerdo con las últimas encuestas de desarrollo e innovación tecnológica, cerca del 22,7% (1.765) de las empresas encuestadas presentaron un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado, o un proceso productivo nuevo (un 12,3% más que el periodo anterior). En el caso de servicios y comercio la proporción de empresas innovadoras fue mayor, alcanzando casi el 29% de las empresas analizadas (2.696) y representó un aumento del 63% en relación con el periodo anterior.

Según el tipo de innovación, de producto o proceso, y el grado de innovación (nuevo o mejorado), se encontró que la mayoría de las empresas innovan en los procesos, ya sea en un proceso productivo o de prestación del servicio, un método organizativo, una técnica de comercialización, un método de procesamiento de información, un método de distribución o de contabilidad, y un poco menos innovan en productos. No obstante, es de destacar que la mayoría de las innovaciones de productos corresponden a bienes o servicios nuevos, y en menor medida a mejora de productos existentes en las empresas.

Por otra parte, la escasez de recursos propios, tanto para el sector de manufactura como de servicios, fue el obstáculo en el que más empresas consideraron que la importancia era alta a la hora de innovar, seguido por la incertidumbre frente a la demanda que tendría el producto (bien o servicio) innovador, y la baja cultura innovadora (principalmente para empresas manufactureras).

Respecto a las empresas innovadoras investigadas que invirtieron en actividades conducentes a la innovación, se encontró que en el sector manufactura la inversión reflejó una disminución de alrededor del 14% en relación con el año anterior, mientras que la de las empresas de servicio y comercio se incrementó en más de un 30%. En cuanto a las fuentes de financiación, la mayor parte continúan siendo recursos propios de las empresas, seguido por los recursos obtenidos mediante créditos (banca privada) para las empresas de manufactura, y por recursos públicos para las empresas innovadoras de los sectores de servicio y comercio.

Por otra parte, el personal ocupado que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación en las empresas innovadoras investigadas ha aumentado gradualmente en los últimos años. Lo anterior es positivo, pues puede tener un efecto más adelante en el número de innovaciones introducidas, así como en el grado de novedad. En el sector manufactura, casi el 4% del total del personal empleado se dedicó

a actividades para innovar durante el último año; proporción similar al de las empresas de los sectores de servicios y comercio, que correspondió a 4,45%.

Por último, sobresale el volumen de empresas innovadoras que cooperan o participan activamente con otras empresas o entidades en la realización de actividades conducentes para la innovación. Tanto para los sectores de manufactura como de servicios y comercio, los principales socios son proveedores(as), clientes(as) y/o universidades.

Descargue aquí los indicadores del capítulo

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

Bibliografía

- Barona, B., Rivera, J. A., Aguilera, C. I., & Garizado, P. (2015). . Financiación de la innovación en Colombia. *Entramado*.
- Castillo, Y., & Gómez, C. (2021). Efectos de la cooperación tecnológica sobre la actividad innovadora del sector manufacturero de Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(3), 479-492.
- DANE. (2020). *EDITS 2018 - 2019*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>
- DANE. (2021). *Boletín Técnico. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industria manufacturera (EDIT X)*. Bogotá: Dane.
- DNP & OCyT. (2022). *Índice Departamental de Innovación para Colombia*. Bogotá: DNP - OCyT.
- Gómez, M., Villalba, M., & Pérez, D. (2020). Análisis comparativo de las capacidades de innovación tecnológica de la industria manufacturera colombiana, 2006 - 2014. Una revisión a partir de la metodología de clases latentes. *Innovar*, 30(77), 93-106.
- Ince, H., Zeki, S., & Turkcan, H. (2016). The effect of technological innovation capabilities and absorptive capacity on firm innovativeness: a conceptual framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 764-770.
- Li, Y., Zhao, Y., & Liu, Y. (2006). The relationship between HRM, technology innovation and performance in China. *International Journal of Manpower*, 27(7), 679-697.
- Padilla, A., Rivera, J., & Ospina, J. (2019). Desempeño financiero de las empresas más innovadoras del sector real de Colombia. *Entramado*, 15(1), 78-97.
- Portafolio. (12 de agosto de 2022). *Andi presenta ranking de las empresas más innovadoras del país en 2022*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/andi-presenta-ranking-de-las-empresas-mas-innovadoras-del-pais-en-2022-569505>
- Saldarriaga, M., Guzmán, M., & Concha, E. (2019). Innovación Empresarial: Factor de competitividad y calidad de vida en Popayán, Colombia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 150-164.
- Varela, R., Moreno, J., Soler, J., Pereira, F., Osorio, F., Gómez, E., . . . Gómez, L. (2020). *Dinámica de la Actividad Empresarial en Colombia*. Cali: Editorial Universidad Icesi.
- Velásquez, S., Pino, A., Restrepo, E., & Viana, N. (2018). Innovación en empresas: estado del arte considerando tendencias para su implementación. *Revista Espacios*, 39(48), 7-21.
- WIPO. (2022). *Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth?* Ginebra: World Intellectual Property Organization.

Nota metodológica

Las fuentes de información para los indicadores aquí calculados y presentados son las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica de los sectores de manufactura y servicios y comercio (EDIT – EDITS), llevadas a cabo por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, que incorpora las recomendaciones del Manual de Oslo de la OCDE y los lineamientos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana - RICYT. Las encuestas tienen como objetivo caracterizar la dinámica tecnológica y las actividades de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas colombianas. La operación estadística que se desarrolla es tipo censo, en el que la unidad de estudio son las empresas colombianas que cumplen los parámetros de inclusión establecidos para cada encuesta.

Los parámetros de inclusión difieren entre cada encuesta: Para el caso de la EDITS depende de la actividad económica, determinados para el universo de estudio de las empresas de servicios y comercio; mientras que, para la EDIT, corresponde a las empresas industriales que tienen establecimientos con 10 o más personas ocupadas o que en su defecto registren un valor de producción anual igual o superior a un valor que se especifica para cada año de referencia (DANE, 2021).

La ventana de observación del capítulo contempla para el caso de la EDITS desde 2016 hasta 2019 (EDITS VI y VII) y para la EDIT desde 2015 hasta 2020 (EDIT VIII-X). Las empresas innovadoras se determinaron como aquellas categorizadas por el DANE (2021), como empresas innovadoras en sentido estricto o amplio. Las empresas innovadoras en sentido estricto son aquellas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional; mientras que las empresas innovadoras en sentido amplio son las que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva.

Para la construcción de la variable del tamaño de la empresa se consideró el criterio de Manual de Oslo, que propone una clasificación de empresas por tamaño según número de empleados: i) Pequeña: Empresas que reportaron máximo 49 empleados, ii) Mediana: Empresas que reportaron entre 50 y 249 empleados, iii) Grande: Empresas que reportaron 250 empleados o más.

Glosario

- **Innovación:** producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso) (OCDE & Eurostat, 2018).
- **Actividades conducentes a la innovación:** comprende todas las actividades de desarrollo, financieras y comerciales, llevadas a cabo por la empresa para producir, promover, difundir y/o aplicar conocimientos científicos y técnicos, orientadas a la introducción de bienes o servicios nuevos o mejorados, o la implementación de procesos nuevos o mejorados (DANE, 2021).
- **Cooperación:** significa la participación activa con otras empresas o entidades no comerciales en proyectos conjuntos de investigación, desarrollo e innovación u otro tipo de actividades conducentes a la innovación. No implica necesariamente que las dos partes obtengan beneficios económicos de la cooperación. Se excluye la simple contratación de servicios o trabajos de otra organización sin cooperación activa (DANE, 2021).
- **Empresas innovadoras:** conjunto de empresas innovadoras en sentido estricto o amplio, que han introducido innovaciones dentro del proceso de observación, o que han realizado inversiones con el propósito de innovar, o que han abandonado o tienen en marcha un proyecto de innovación.
- **Empresas innovadoras en sentido estricto:** son aquellas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional.
- **Empresas innovadoras en sentido amplio:** son las que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva.
- **Personal que participa en las actividades conducentes a la innovación:** corresponde al que desarrolla, ya sea en dedicación permanente o parcial, actividades dentro de la empresa dirigidas a la producción, promoción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos; y al desarrollo o introducción de servicios o bienes nuevos o mejorados, o la implementación de procesos nuevos o mejorados (DANE, 2021).

Abreviaturas

ANDI: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia

CIIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DNP: Departamento Nacional de Planeación

EDIT: Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica para el sector de manufactura

EDITS: Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica para el sector de servicios y comercio

Eurostat: Oficina Europea de Estadística

GEM: Global Entrepreneurship Monitor – Monitor Global de Emprendimiento

GII: Global Innovation Index – Índice Mundial de Innovación

IDIC: Índice Departamental de Innovación para Colombia

I+D: Investigación y Desarrollo

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OCyT: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

RICYT: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje

TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

WIPO: World Intellectual Property Organization – Organización Mundial de la Propiedad Intelectual



Henry Mora Holguín
Área de Innovación

hmora@ocyt.org.co

Doctor en ciencias sociales y magister en economía y gestión de la innovación por la Universidad Autónoma Metropolitana de México; administrador de empresas de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador-Consultor, con experiencia en formulación, coordinación y ejecución de proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CTel). Con experiencia específica en proyectos relacionados con análisis de la relación entre regulación e innovación; métricas de innovación con enfoque sectorial, (industria, servicios, TIC, TI y agroindustrial, farmacéutico), territorial (para Santander, Boyacá, Arauca, Casanare, Quindío, Atlántico, entre otros); diseño y cálculo de líneas base de indicadores de CTel; gestión de la innovación; análisis de brechas científicas, tecnológicas y de innovación; propiedad intelectual y economía del conocimiento; emprendimiento de base tecnológica; e innovación en el sector público.

Es par evaluador reconocido por Minciencias, así mismo evaluador de proyectos y documentos científicos como artículos, libros y capítulos de libro para diferentes revistas indexadas. Además, es docente de pregrado y posgrado, con cátedras sobre gestión de la innovación, metodología de la investigación, política de CTel, emprendimiento de base tecnológica y metodologías ágiles.



Juan Camilo Castellanos
Investigador
Área de Innovación

jcastellanos@ocyt.org.co

Economista y Magister en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana. Investigador con practica en apoyo, coordinación y ejecución de proyectos relacionados a la ciencia, tecnología e innovación (CTel), con experiencia en la formulación, procesamiento y análisis de indicadores de innovación y competitividad a nivel nacional y departamental; ha apoyado en el diseño y cálculo del Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC); diseño de instrumentos de medición, calculo y análisis de líneas base de indicadores relacionados a innovación, propiedad industrial y perspectiva internacional de la CTel; gestión de información de indicadores de innovación y mapeo de actores claves de los sistemas de CTel y análisis de brechas tecnológicas.

Actualmente desempeña actividades como investigador del área de Innovación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, específicamente en la formulación y cálculo de indicadores relacionados a CTel a nivel nacional y departamental, así como la actualización de indicadores base de CTel y análisis de redes de actores claves de innovación y educación STEM.



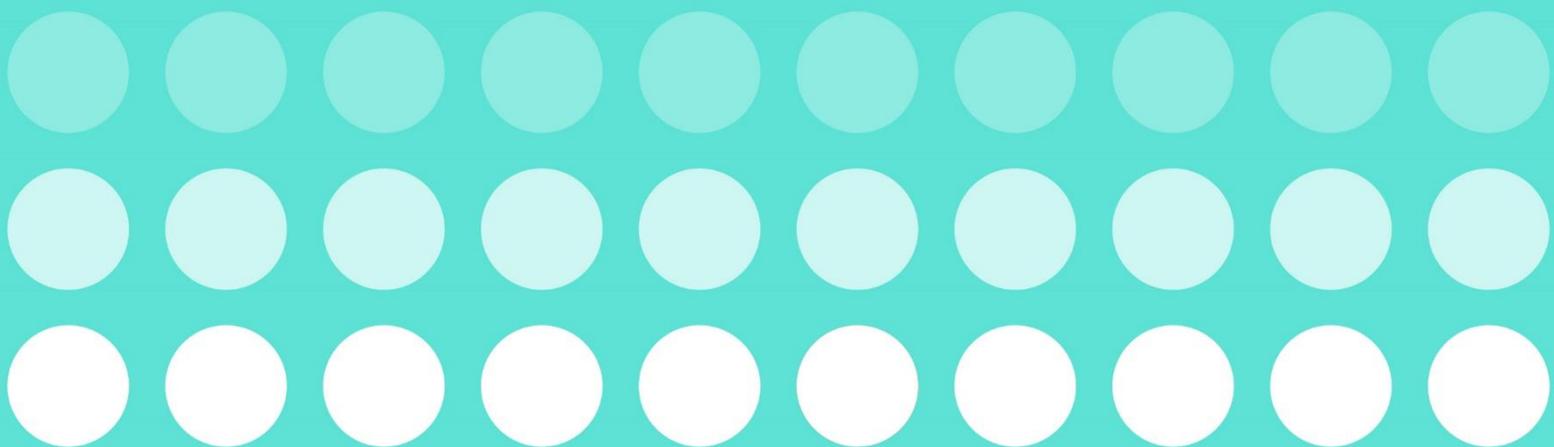
Daniel Santiago Fuentes

Asistente de Investigación

Área de Innovación

dfuentes@ocyt.org.co

Economista de la Pontificia Universidad Javeriana, con énfasis en métodos cuantitativos, con experiencia en el área de estudios socioeconómicos y financieros, desempeñando funciones de analista socioeconómico en la Fundación Alpina, enfocado en el análisis y tratamientos de datos de los proyectos productivos agropecuarios de la Fundación tales como: Autonomía Económica De Mujeres Rurales Del Cauca, Alta Guajira Productiva y Proyecto Lácteo Cauca, en estos desempeño a su vez métodos de automatización de procesos por medio de programación en Python, además, también cuenta con experiencia en el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT desempeñándose como Asistente de investigación en el área de Innovación, aportando apoyo en diversos tipos de investigaciones, como lo son, Análisis de brechas de ciencia, tecnología e innovación para las cadenas de cacao y ganadería doble propósito en Santander, Sistema de Innovación del distrito de Cartagena, Red Stem Latam Siemens, e informe de indicadores de CTel en Colombia, entre otros, nuevamente enfocado en el análisis y tratamientos de datos.



CAPÍTULO 6

PROPIEDAD INTELECTUAL

Capítulo 6 · Propiedad intelectual

Titulares más dinámicos en materia de patentes en Colombia

Autores: Henry Mora Holguín, Daniel Santiago Fuentes

La generación de nuevo conocimiento, así como su explotación y aplicación, es uno de los principales motores de una economía, considerado un insumo clave para el desarrollo tecnológico, la competitividad y a largo plazo para el mejoramiento de la calidad de vida de la población. En este sentido, las patentes se convierten en uno de los resultados cuantificables de la generación de conocimiento, y en indicador clave para realizar análisis y comparaciones a diferentes niveles, por ejemplo, entre países, industrias, sectores y/o titulares. Sin embargo, se debe tener en cuenta que no todas las invenciones son patentables ni patentadas, y que estas consideran diferentes grados de novedad y utilidad (García, 2017; Romero, 2021).

No obstante, las patentes también pueden ser empleadas en algunos análisis como una variable aproximada del grado de innovación, sobre todo para aquellas innovaciones consideradas de tipo tecnológico, o del grado de absorción de conocimientos (identificación, adaptación y aplicación). Como indica Agüero (2017), las patentes además de ser fuentes de desarrollo tecnológico tienen valor en diferentes aspectos, por ejemplo, considerando que contienen el estado de la técnica son un insumo clave para la generación de nuevo conocimiento, a su vez, son el mecanismo para explotarlo comercialmente y el método para establecer derechos de propiedad intelectual sobre los mismos.

Acorde con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual - OMPI (s.f.), la patente es un derecho exclusivo que se otorga sobre una invención para proteger el conocimiento ante terceros y como contrapartida el documento es publicado de forma tal que permite que otros actores accedan al conocimiento y puedan también generar nuevo conocimiento a partir de este. En este sentido, por las características propias de las patentes, su análisis puede tomar diferentes focos de interés, por ejemplo, para identificar niveles de colaboración entre los titulares, los sectores o áreas en las que se genera el conocimiento, el tipo de instituciones-titulares que tienen mayor dinamismo en este campo, y el impacto que pueden tener en una economía, entre otros.

Tal como lo señala Romero (2021), en el contexto colombiano también se ha abordado el análisis de las patentes desde diferentes enfoques, por ejemplo, analizando el grado de protección que se confiere o reconoce a los inventores, para reconocer las capacidades de Investigación y Desarrollo (I+D) que tiene el país, su nivel de desarrollo tecnológico, el comportamiento de sectores específicos, o los niveles de cooperación entre los actores titulares de patentes.

En el caso de este capítulo, se analiza el comportamiento del país en materia de solicitudes y concesiones de patente para el periodo comprendido entre los años 2016 y 2020, identificando los principales titulares de las patentes, residentes y no residentes, y sus diferencias más destacables, por ejemplo, en cuanto a la vía de protección que más emplean o los sectores tecnológicos en los que generan y protegen el conocimiento. También se hace una aproximación a los inventores con mayor cantidad de solicitudes y concesiones de patente en el país.

Para el cumplimiento del objetivo de este análisis, el capítulo se organiza en cuatro secciones, la primera de ellas correspondiente a esta introducción; en la segunda se presentan las estadísticas y el análisis para las solicitudes de patente y en la tercera lo propio para las patentes otorgadas. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del análisis.

Solicitudes de patente en Colombia, entre 2016 y 2020

Ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), la oficina de patentes de Colombia, durante los últimos años se han presentado alrededor de 2.252 solicitudes de patente por año, y se han otorgado en promedio 1.249. De esta cantidad de patentes, tanto solicitadas como concedidas, la mayoría correspondieron a entidades (titulares) no residentes en el país.

Como se evidencia en la **Tabla 1**, las patentes presentadas por residentes nacionales representaron en promedio 20% del total de solicitudes nacionales, la mayoría de ellas presentadas directamente ante la SIC, mientras que para los no residentes fue más

frecuente realizar las solicitudes mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (TCP) ⁴⁰.

Tabla 1. Solicitudes de patente de invención presentadas ante oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio – SIC, 2016 - 2020*

Año	Presentadas vía nacional			Presentadas vía TCP**			Total patentes presentadas
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total	
2016	495	76	571	12	1.627	1.639	2.210
2017	537	107	644	19	1.788	1.807	2.451
2018	394	117	511	12	1.786	1.798	2.309
2019	420	72	492	2	1.675	1.677	2.169
2020	362	53	415	7	1.699	1.706	2.121
Total	2.208	425	2.633	52	8.575	8.627	11.260

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

** Tratado de Cooperación de Patentes.

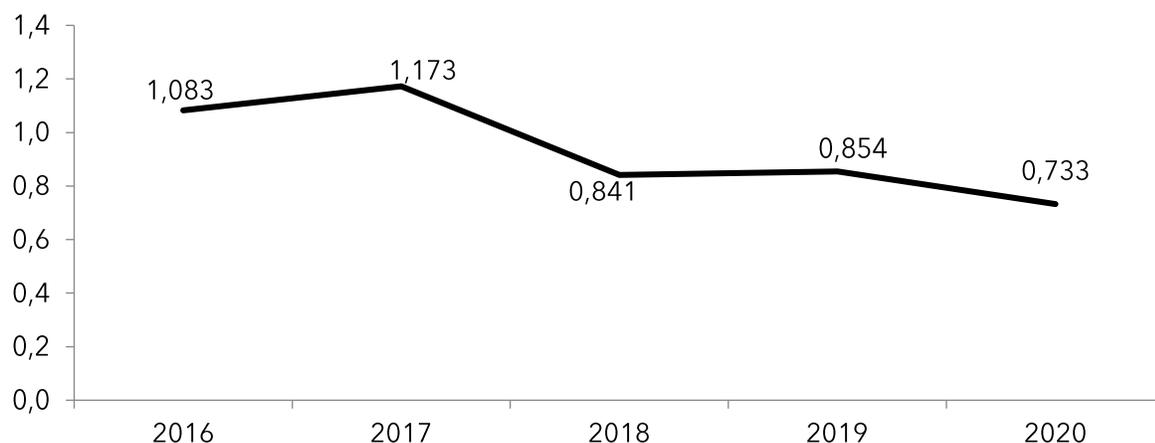
En el caso de las solicitudes de los residentes, en el periodo analizado se presentaron 452 en promedio por año, de las cuales alrededor del 97,8% se solicitaron ante la SIC; por su parte, los no residentes presentaron en promedio 1.800, el 95% de ellas a través del TCP. Teniendo en consideración que el TCP permite solicitar la protección de una invención en varios países al mismo tiempo, es claro que las entidades o titulares (a nivel de organizaciones o individualmente) que lo usan es porque quieren explotar sus invenciones en diferentes territorios simultáneamente. En el caso de los titulares residentes en Colombia, hacen uso del TCP para proteger sus invenciones en otros

⁴⁰ El TCP permite buscar protección por patente para una invención en muchos países al mismo tiempo mediante la presentación de una solicitud "internacional" de patente" (OMPI, 2022). Véase <https://www.wipo.int/treaties/es/registration/pct/index.html>

países, mientras que los titulares no residentes lo hacen primero en otros países y a través del TCP extienden la protección en Colombia⁴¹.

En cuanto a las solicitudes de patentes presentadas por residentes cabe destacar que la cantidad ha venido aumentando los últimos años; de hecho, el coeficiente de invención en el país ha tenido un incremento recientemente, alcanzando un máximo en 2017 cuando se llegó a una solicitud de patente por cada cien mil habitantes; el promedio para los últimos cinco años ha sido de 0,93 (Ver **Gráfica 1**)⁴². Esto muestra cómo las capacidades de investigación e invención en el país se van fortaleciendo, y seguramente también es un reflejo de un mayor interés de parte de los inventores y titulares en proteger los resultados de sus actividades inventivas y de generación del conocimiento.

Gráfica 1. Coeficiente de invención, 2016 - 2020**



Fuente: SIC, <http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial>; Banco de la Republica.

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

* Número de patentes solicitadas por los residentes del país por cada cien mil habitantes.

+ La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

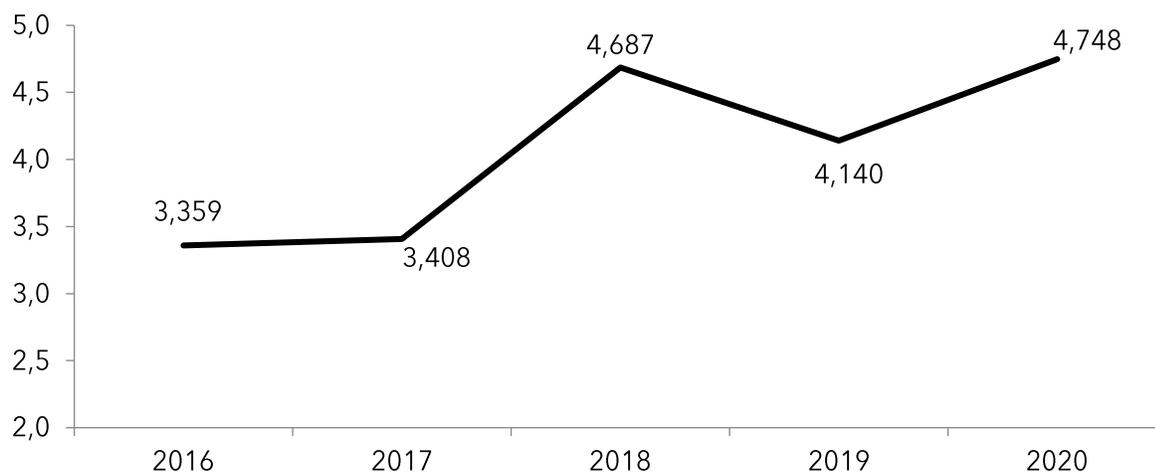
Además, el número de solicitudes de los residentes ha crecido a una tasa mayor que las de los no residentes; para el periodo entre 2011 y 2015 las solicitudes de residentes eran

⁴¹ De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), por lo general, el trámite de presentación se cumple ante la oficina nacional de patentes del Estado Contratante de nacionalidad o de domicilio del solicitante y posteriormente mediante el tratado se extiende a otros países (OMPI, 2022).

⁴² El decrecimiento de los últimos años puede estar explicado por las variaciones normales en la actualización de los datos por parte de la fuente de información.

en promedio el 11% del total de las solicitudes presentadas, mientras que para el último año esta cifra alcanzó el 17,4%. Esto se refleja en el índice de dependencia, entendido como el coeficiente entre patentes solicitadas por no residentes y residentes, pues ha venido disminuyendo, pasando de 9,62 en 2011 a 4,75 en 2020, aunque en 2018 y 2020 tuvo un leve crecimiento, comparado con 2016 (Ver **Gráfica 2**).

Gráfica 2. Índice de dependencia, 2016 - 2020**



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

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

* Número de solicitudes de patente de no residentes / Número de solicitudes de patentes de residentes.

+ La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Aunque persiste la preminencia de patentes solicitadas desde el exterior (como se mostró en la gráfica anterior pues el índice de dependencia es superior a 1) es de reconocer el esfuerzo y los resultados que se han venido obteniendo en el país. Por un lado, destacan las actividades que desarrolla la SIC, como capacitaciones, facilidades en los trámites y en el acceso a los servicios, y por el otro, los instrumentos públicos que diferentes entidades públicas han implementado para incentivar la solicitud de patentes.

De otra parte, en cuanto a las solicitudes de patente de no residentes, en la **Tabla 2** se evidencian los países con mayor participación durante los últimos cinco años, entre los

cuales destacaron Estados Unidos, Suiza, Alemania, Francia y Japón, quienes además también fueron los más dinámicos en 2020, incluyendo a Suecia que ocupó el segundo lugar en ese año.

Tabla 2. Países con más solicitudes de patente en Colombia, 2016 - 2020

País	Número de solicitudes
Estados Unidos de América	3.732
Suiza	683
Alemania	671
Francia	401
Japón	391
Suecia	351
España	281
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	237
Bélgica	191
Italia	190
Canadá	149
China	149
Brasil	143
Países Bajos	141
República de Corea	137
India	132
México	117
Dinamarca	98
Israel	78
Chile	67
Panamá	66
Australia	64
Austria	63
Irlanda	48
Finlandia	46
Noruega	41
Argentina	30
Sudáfrica	26

País	Número de solicitudes
Singapur	25
Federación de Rusia	23
Luxemburgo	23
Portugal	19
Perú	16
Malasia	14
Hungría	13
Polonia	11
Hong Kong	10
Otros*	123
Total	9.000

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* Incluye los siguientes países: Islas Vírgenes Británicas (9); Taiwán (9); Islas Caimán (8); Nueva Zelanda (8); Cuba (6); Ecuador (6); Malta (6); Uruguay (6); Venezuela (6); Chequia (5); Curazao (4); Tailandia (4); Chipre (3); Emiratos Árabes Unidos (3); Grecia (3); Turquía (3); Ucrania (3); Antigua y Barbuda (2); Barbados (2); Bermuda (2); Costa Rica (2); El Salvador (2); Irán (2); Islandia (2); Omán (2); Saint Kitts y Nevis (2); Arabia Saudita (1); Azerbaiyán (1); Eslovenia (1); Gibraltar (1); Guatemala (1); Guernsey (1); Jersey (1); Mauricio (1); Mónaco (1); República Popular Democrática de Corea (1); Rumania (1); Sri Lanka (1); Uzbekistán (1).

Complementariamente, los cinco titulares no residentes más dinámicos, es decir con mayor volumen de patentes solicitados en Colombia, durante el 2020 fueron: Essity Hygiene and Health Aktiebolag (SE) con 56 solicitudes, Telefonaktiebolaget LM Ericsson (SE) con 53, Bayer Aktiengesellschaft (DE) con 28, Saint-Gobain Glass France (FR) con 21, y UPL LTD (IN) también con 21 solicitudes de patente. En la **Tabla 3** se presenta el top 20 de los titulares más dinámicos durante 2016 - 2020, en la que destaca que Estados Unidos, Suiza y Alemania fueron los países que tuvieron más representantes dentro del ranking.

Tabla 3. Top 20 de titulares no residentes con más solicitudes de patente en Colombia, 2016 - 2020

Titular	País	Solicitudes
Dow Chemical Company	Estados Unidos	188
Essity Hygiene and Health Aktiebolag	Suecia	178
Immatics Biotechnologies GMBH	Alemania	120
Bayer Pharma Aktiengesellschaft	Alemania	113
Telefonaktiebolaget LM Ericsson	Suecia	105
Microsoft Technology Licensing LLC	Estados Unidos	98
Qualcomm Incorporated	Estados Unidos	73
Novartis AG	Suiza	69
F. Hoffmann-La Roche AG	Suiza	67
BASF SE	Alemania	65
Saint-Gobain Glass France	Francia	63
AGP America S.A.	Panamá	62
Eli Lilly and Company	Estados Unidos	51
PFIZER INC.	Estados Unidos	49
Omya International AG	Suiza	47
UCB Biopharma SPRL	Bélgica	43
Bristol - Myers Squibb Company	Estados Unidos	41
Monsanto Technology LLC	Estados Unidos	38
Syngenta Participations AG	Suiza	35
Sika Technology	Suiza	32
Total		1.537

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

Del otro lado, hablando de los residentes, se encontró que los 10 más dinámicos en 2020, quienes presentaron 369 solicitudes de patente, fueron: La Universidad Nacional de Colombia (21), Ecopetrol (12), Universidad Antonio Nariño (7), Universidad del Valle (7), Universidad EAFIT (7), Pontificia Universidad Javeriana (7), Universidad de los Andes (6), Universidad Pontificia Bolivariana (6), Universidad Industrial de Santander (6), e Instituto Tecnológico Metropolitano (4). Destaca que la mayoría fueron universidades y que no se

encontró en este grupo ningún inventor a título personal; solo hasta la posición 12 y 13 aparecieron los inventores Andrés Felipe Mejía Arango y Camilo Javier Gómez Riveros.

Considerando los últimos 5 años, se encontró que los titulares con más solicitudes de patente continuaron siendo las universidades y la empresa Ecopetrol (72). Las dos Universidades con más solicitudes fueron Universidad Nacional de Colombia (81), Universidad Industrial de Santander (74), Universidad Del Valle (37), Universidad EAFIT (36), Universidad de La Sabana (35) y la Universidad Pontificia Bolivariana (35). En la siguiente **tabla** se presentan los 20 principales titulares.

Tabla 4. Top 20 de titulares residentes con más solicitudes de patente en Colombia, 2016 - 2020

Titular	Solicitudes
Universidad Nacional de Colombia	81
Universidad Industrial de Santander	74
Ecopetrol S.A.	72
Universidad del Valle	37
Universidad EAFIT	36
Universidad de La Sabana	35
Universidad Pontificia Bolivariana	35
Universidad Antonio Nariño	31
Universidad de Antioquia	24
Pontificia Universidad Javeriana	22
Universidad del Quindío	21
Universidad Francisco de Paula Santander	20
Universidad Militar Nueva Granada	14
Corporación Universidad de la Costa CUC	13
Universidad Central	13
Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	12
Universidad Tecnológica de Pereira	12
Universidad Autónoma del Caribe	10

Titular	Solicitudes
Universidad ICESI	9
Dirección Nacional de Escuelas de La Policía Nacional	8
Total	579

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

Este comportamiento de las universidades como las mayores solicitantes de patentes en el país coincide con la tendencia que se viene mostrando a nivel internacional. Como señalan Villafaña y otros (2022), desde hace un poco más de tres décadas se ha venido dando un crecimiento constante en el número de solicitudes presentadas por universidades, lo que se ha conllevado además a la creación de un mercado para la comercialización y licenciamiento de este tipo de patentes.

Por otro lado, en el caso de los inventores con más solicitudes de patente, durante el periodo entre 2016 y 2020 destacaron Mario Ernesto Pérez Gutiérrez, de Creating Ideas S.A, con 10 solicitudes, seguido por Fernando Bohórquez Jiménez y Teodicelo Gómez Puentes, inventores independientes, cada uno con 8 solicitudes, Johan Eliécer Lanzziano Silva, de Medical Phantom S.A.S. con 7 solicitudes, y Walter Rolando Gálvez Rendón, como inventor independiente, con 7 solicitudes de patente (Ver **Tabla 5**).

Tabla 5. Inventores residentes en Colombia con más solicitudes de patente, 2016 - 2020

Inventor	Solicitudes
Mario Ernesto Pérez Gutiérrez	10
Fernando Bohórquez Jiménez	8
Teodicelo Gómez Puentes	8
Johan Eliécer Lanzziano Silva	7
Walter Rolando Gálvez Rendón	7
Alina Lucia Imbeth Luna*	6
John Jairo Zuluaga Quintero*	6

Inventor	Solicitudes
Pablo Poch Figueroa	6
Claudia Marcela Calvo Henao	5
Héctor Mauricio Páez Cantor	5
Camilo Javier Gomez Riveros	4
Carmenza Jaramillo de Echeverri*	5
Dario Barco Alvear	4
Enrique Alejandro Moreno Muñetones	4
Humberto Arenas Barragán	4
Jaime Eduardo Gutiérrez Fonseca	4
Mauricio Orozco Levi*	5
Santiago Arango Mariño	4
Santiago López Vesga	4
Alexander Henao Osorio*	3
Mariano Carreño León*	3
Total	112

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* Estos titulares comparten más de una patente con otro(s) titular(es).

Al analizar los sectores y áreas tecnológicas en las que se han presentado la mayor cantidad de solicitudes de patente se encontró que la mayoría se concentraron en los sectores de Química e Ingeniería mecánica, sin embargo, en diferente orden para residentes y no residentes. Para los titulares en Colombia la mayoría correspondieron al sector de Ingeniería mecánica, particularmente en lo referente a las áreas de Maquinaria especial, Manipulación de materiales, Transporte y Componentes mecánicos.

Por su parte, para los no residentes en el país la mayoría de las solicitudes han sido en el campo de las ciencias básicas, en el sector Químico, principalmente para las áreas de Productos farmacéuticos, de biotecnología y de química de materiales; la mayoría de las solicitudes correspondieron a titulares de Estados Unidos, Alemania y Suiza. Aquí se puede apreciar cómo la mayoría del conocimiento que se genera en el país no se dirige

hacia ciencias básicas y que tienen hoy en día mayor impacto y probabilidad de aplicación, como sucede por ejemplo con los no residentes y el conocimiento que se puede explotar desde la industria farmacéutica, biotecnológica y química.

Contrariamente, la menor cantidad de solicitudes, para residentes y no residentes, correspondieron a invenciones en Otros sectores, que contemplan las áreas de Ingeniería civil, mobiliario y juegos, y otros productos de consumo. Para ambos grupos la distribución por áreas dentro de este sector fue la misma (Ver **Tabla 4** y **Tabla 5**). En el caso de los no residentes, la mayoría de las solicitudes correspondieron a titulares de Estados Unidos, Francia y España.

Tabla 6. Número de patentes solicitadas por sector tecnológico, según residente o no, 2016 - 2020*

Sector	No residentes	Residentes
Electricidad - Electrónica	997	357
Ingeniería mecánica	1.429	623
Instrumentos	842	377
Otros sectores	608	319
Química	5.124	582
Sin clasificar	0	2
Total	9.000	2.260

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

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de solicitudes de patentes presentadas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de solicitudes de patentes presentadas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Tabla 7. Número de patentes solicitadas por sector y área tecnológica, según residente o no, 2016 - 2020*

Sector	Área	No residente	Residente
Electricidad - Electrónica	Aparatos electrónicos, ingeniería electrónica, energía eléctrica	191	148
	Comunicación digital	368	45
	Métodos de gestión mediante T.I.	120	34
	Procesos básicos de comunicación	11	10
	Semiconductores	17	11
	Tecnología audiovisual	38	23
	Tecnología informática	191	67
	Telecomunicaciones	61	19
Ingeniería mecánica	Componentes mecánicos	161	71
	Manipulación de materiales	376	101
	Maquinaria textil y de papel	174	48
	Máquinas herramienta	61	59
	Motores, bombas, turbinas	72	51
	Otra maquinaria especial	397	171
	Procesos térmicos y aparatos	43	43
	Transporte	145	79
Instrumentos	Análisis de materiales biológicos	133	24
	Instrumentos de Control	58	66
	Instrumentos de medida	109	87
	Óptica	87	14
	Tecnología médica	455	186
Otros sectores	Ingeniería civil	412	187
	Mobiliario, juegos	121	68
	Otros productos de consumo	75	64
Química	Biotecnología	1.425	65
	Ingeniería química	192	117

Sector	Área	No residente	Residente
	Materiales, metalurgia	237	52
	Productos farmacéuticos	1.969	65
	Productos orgánicos elaborados	419	34
	Química de alimentos	175	82
	Química de materiales	544	85
	Química macromolecular, polímeros	58	21
	Tecnología de las microestructuras nanotecnología	0	1
	Tecnología de superficie, revestimientos	58	7
	Tecnología medioambiental	47	53
Sin clasificar		0	2
Total		9.000	2.260

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

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de solicitudes de patentes presentadas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de solicitudes de patentes presentadas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Patentes otorgadas en Colombia, entre 2016 y 2020

Si bien las solicitudes de patente dan cuenta de las capacidades de generación y protección de conocimiento de los inventores y titulares, no todas llegan a ser concedidas. A continuación, se analizan las concesiones de las patentes analizadas al inicio de este capítulo; en ese sentido, en la **Tabla 8** se evidencia el comportamiento de las concesiones de patentes, destacando que en promedio las patentes concedidas a residentes en Colombia representaron el 16,6% del total de las concesiones, siendo el 2020 el año más reciente con la mayor participación, cuando las patentes de residentes alcanzaron el 22,7% del total.

De manera congruente con los mecanismos usados para la solicitud de las patentes, el 95,6% de las patentes de los residentes fueron concedidas vía nacional, mientras que para los no residentes el 95% fueron concesiones mediante el TCP.

Tabla 8. Patentes de invención concedidas por la oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio – SIC, 2016 - 2020*

Año	Concedidas vía nacional			Concedidas vía TCP**			Total patentes concedidas
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total	
2016	96	41	137	7	803	810	947
2017	162	48	210	8	1.012	1.020	1.230
2018	208	46	254	11	1.065	1.076	1.330
2019	304	65	369	10	1.285	1.295	1.664
2020	239	36	275	5	795	800	1.075
Total	1.009	236	1.245	41	4.960	5.001	6.246

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores. Los datos del último año normalmente tienen más variaciones respecto a los años previos.

** Tratado de Cooperación de Patentes.

Al analizar la cantidad de concesiones que ha otorgado la oficina de la SIC en el país, sorprende que no son los titulares colombianos los que tienen la mayor cantidad de patentes otorgadas, sino que ocupan el segundo lugar, después de Estados Unidos que tiene más del doble. Así mismo, Suiza, Alemania y Japón y Francia fueron los más dinámicos, como sucede con las solicitudes de patente. A nivel de Latinoamérica los más dinámicos fueron Brasil, México y Chile.

Tabla 9. Países con más patentes concedidas en Colombia, 2016 - 2020

País	Número de solicitudes
Estados Unidos de América	2.178
Colombia	1.050
Suiza	477
Alemania	368
Japón	279
Francia	245
Suecia	182
España	167
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	126
Italia	119
Bélgica	98
Brasil	85
Países Bajos	80
México	69
Canadá	65
República de Corea	53
India	52
China	51
Dinamarca	49
Austria	48
Israel	43
Chile	37
Irlanda	32
Australia	29
Noruega	26
Finlandia	24
Panamá	24
Luxemburgo	22
Argentina	20
Sudáfrica	17
Malasia	13
Otros*	118
Total	6.246

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

En el caso de los titulares de patentes otorgadas, para el periodo 2016 - 2020 destacaron Estados Unidos, Suiza y Suecia, estos dos primeros además fueron los que tuvieron más solicitudes de patente y concesiones en la SIC. Cabe señalar que las 2.178 patentes otorgadas a Estados Unidos correspondieron en promedio a 800 titulares diferentes, mientras que las 477 de Suiza a 127 y las 182 de Suecia a 29, en promedio. Esto quiere decir que cada titular de Estados Unidos presentó alrededor de 2,72 patentes durante el periodo, los titulares suizos 3,75 y los suecos 6,25.

Tabla 10. Top 20 de titulares no residentes con más patente concedidas en Colombia, 2016 - 2020

Titular	País	Solicitudes
Dow Agrosciences LLC	Estados Unidos	170
Essity Hygiene and Health Aktiebolag	Suecia	121
Qualcomm Incorporated	Estados Unidos	88
Novartis AG	Suiza	82
F. Hoffmann-La Roche AG	Suiza	75
PFIZER INC.	Estados Unidos	62
Microsoft Technology Licensing LLC	Estados Unidos	56
Immatics Biotechnologies GMBH	Alemania	50
Yamaha Hatsudoki Kabushiki Kaisha	Japón	47
Halliburton Energy Services INC.	Estados Unidos	39
Eli Lilly and Company	Estados Unidos	38
Bayer Pharma Aktiengesellschaft	Alemania	37
Omya International AG	Suiza	36
BASF SE	Alemania	32
United States Gypsum Company	Estados Unidos	31
Colgate-Palmolive Company	Estados Unidos	31
Owens - Brockway Glass Container INC.	Estados Unidos	28
Astrazeneca AB	Suecia	28
SEB S.A.	Francia	26
Takeda Pharmaceutical Company Limited	Japón	25
Total		5.196

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

Por su parte, los titulares residentes en Colombia con más concesiones de patente durante el último año (2020) fueron: la Universidad Industrial de Santander, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Sabana, Universidad Antonio Nariño y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Para el periodo 2016 - 2020, como se evidencia en la **Tabla 11** continuaron siendo las universidades quienes tuvieron más patentes concedidas, a este top 20 se sumó además Ecopetrol, con 42 patentes, de las cuales en 28 fue titular único. Destacaron también la Cementera Argos, la empresa de telecomunicaciones Silver S.A.S e Indumil, así como la investigadora Carmenza Jaramillo de Echeverri, quien es titular de 6 patentes y la única persona natural que apareció en este grupo de los 20 más prolíficos.

En adición, las cinco primeras entidades con más patentes concedidas también fueron las que tuvieron la mayor cantidad de solicitudes de patente durante el periodo de observación (Ver **Tabla 4** y **Tabla 11**).

Tabla 11. Top 20 de titulares residentes con más patentes otorgadas en Colombia, 2016 - 2020

Titular	Número de concesiones
Universidad Nacional de Colombia*	65
Ecopetrol S.A.*	42
Universidad Industrial de Santander*	39
Universidad EAFIT*	36
Universidad del Valle*	26
Universidad de Antioquia*	23
Universidad Militar Nueva Granada	14
Universidad de Medellín*	13
Universidad de La Sabana	13
Universidad del Quindío*	12
Cementos Argos S.A.*	11
Universidad Antonio Nariño	10
Universidad Tecnológica de Pereira*	10
Universidad Central*	10
Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano*	9
Universidad ICESI	8
Silver S.A.S	7

Titular	Número de concesiones
Industria Militar Colombiana - INDUMIL	6
Carmenza Jaramillo de Echeverri*	6
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	5
Total	365

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

Fecha de consulta: Mayo de 2022

Cálculos: OCyT

* Estos titulares comparten más de una patente con otro(s) titular(es).

El protagonismo de las universidades en materia de patentes refleja además las oportunidades que puede tener el país para capitalizar esos conocimientos que se producen desde el sector académico. Como se ha evidenciado en otros países, las universidades han tenido un papel protagónico para el desarrollo tecnológico; por ejemplo, en Asia, Estados Unidos, Alemania, Francia e Inglaterra se han consolidado como un aliado estratégico para el sector productivo, al trabajar bajo un esquema de triple hélice o al integrarse al aparato productivo, como dinamizadores de la innovación o fuente de conocimientos (Leydesdorff & Meyer, 2006; Acosta, Coronado, & Martínez, 2012; Falk, 2014).

El reto para el país está en que las instituciones de educación superior fortalezcan sus reglamentos y normatividad en materia de propiedad intelectual, para que continúen incentivado el uso de las patentes como mecanismos de protección del conocimiento que generan, pero además para establecer de manera clara las condiciones para la explotación comercial de dichas invenciones, ya sea por ejemplo a partir del licenciamiento de las patentes, para que un tercero las explote, o mediante la explotación directa, por ejemplo, a través de la creación de spin offs universitarias⁴³ o emprendimientos de base tecnológica. Así mismo, cobra relevancia el acompañamiento y orientación a los investigadores e inventores en el trámite y gestión de las solicitudes de patente.

⁴³ De acuerdo con MinCiencias, una spin off universitaria es una iniciativa empresarial liderada por miembros de la comunidad universitaria, su actividad se basa en la generación de nuevos procesos, productos o servicios, resultado de un proceso estructurado de investigación, desarrollo e innovación gestado en la universidad. El desarrollo tecnológico e innovación son la base de este tipo de empresas (s.f.).

Cabe tener en cuenta, que como indica MinCiencias (s.f.), las spin offs y las empresas de base tecnológica que se gestan desde las universidades son importantes para el país en la medida en que promueven la adopción y apropiación de nuevas tecnologías, la generación de empleos de calidad, el incremento de la competitividades empresarial y el desarrollo económico nacional.

Por otro lado, en cuanto a los sectores y áreas tecnológicas, se encuentra que la concentración de las patentes otorgadas fue igual que con las solicitudes. La mayoría se otorgaron en los sectores de Química, en el caso de los no residentes, y de Ingeniería mecánica, en el caso de los residentes. Respecto a los sectores de menor concentración, para los no residentes fue el sector de Otros sectores, y para los residentes el de Electricidad y Electrónica (Ver **Tabla 12**).

Tabla 12. Número de patentes concedidas por sector tecnológico, según residente o no, 2016 - 2020*

Sector	No residentes	Residentes
Electricidad - Electrónica	486	129
Ingeniería mecánica	905	296
Instrumentos	449	172
Otros sectores	443	166
Química	2.913	284
Sin clasificar	0	3
Total	5.196	1.050

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

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de patentes concedidas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de patentes concedidas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico.

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

En el caso de la concentración por áreas tecnológicas, para los no residentes, la mayoría fueron en el área de productos farmacéuticos (22%), seguido por biotecnología (13,6%), ingeniería civil (5,7%) y productos orgánicos elaborados (5,43%). Por su parte, para los residentes, la mayoría de las concesiones fueron en el área de Ingeniería civil (10,3%), Tecnología médica (8,5%), otra maquinaria especial e Ingeniería química (5,3%) (Ver

Tabla 13). Para ambos tipos de titulares, la concentración de las patentes concedidas se distribuyó relativamente de la misma forma que las solicitudes de patente (Ver **Tabla 6** y **Tabla 7**). De manera general se observa que las invenciones protegidas para los no residentes corresponden a industria de alta tecnología, mientras que las de los residentes en su mayoría fue en industrias de media-alta tecnología.

Tabla 13. Número de patentes concedidas por sector y área tecnológica, según residente o no, 2016 - 2020*

Sector	Área	No residente	Residente
Electricidad - Electrónica	Aparatos electrónicos, ingeniería electrónica, energía eléctrica	110	55
	Comunicación digital	131	9
	Métodos de gestión mediante T.I.	64	10
	Procesos básicos de comunicación	7	3
	Semiconductores	6	4
	Tecnología audiovisual	27	14
	Tecnología informática	108	28
	Telecomunicaciones	33	6
Ingeniería mecánica	Componentes mecánicos	102	27
	Manipulación de materiales	271	50
	Maquinaria textil y de papel	113	22
	Máquinas herramienta	35	32
	Motores, bombas, turbinas	52	17
	Otra maquinaria especial	186	83
	Procesos térmicos y aparatos	30	30
	Transporte	116	35
Instrumentos	Análisis de materiales biológicos	53	9
	Instrumentos de Control	35	28
	Instrumentos de medida	56	36
	Óptica	50	10
	Tecnología médica	255	89
Otros sectores	Ingeniería civil	295	108
	Mobiliario, juegos	93	34
	Otros productos de consumo	55	24

Sector	Área	No residente	Residente
Química	Biotecnología	707	37
	Ingeniería química	124	56
	Materiales, metalurgia	124	38
	Productos farmacéuticos	1.164	26
	Productos orgánicos elaborados	282	15
	Química de alimentos	61	33
	Química de materiales	336	38
	Química macromolecular, polímeros	33	6
	Tecnología de las microestructuras nanotecnología	0	1
	Tecnología de superficie, revestimientos	36	8
	Tecnología medioambiental	46	26
Sin clasificar		0	3
Total		5.196	1.050

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

Fecha de consulta: Mayo 2022

Cálculos: OCyT

Nota: La suma de patentes concedidas por sectores de la tecnología puede ser superior al número total de patentes concedidas puesto que existen patentes que se clasifican en más de un sector tecnológico.

* La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Conclusiones

El estudio realizado sobre las patentes solicitadas y concedidas en Colombia durante el periodo entre 2016 - 2020 permitió evidenciar que las patentes presentadas por residentes nacionales representan el 20% del total de las solicitudes y el 16,6% de las concesiones. Los titulares residentes en el país principalmente presentan las patentes directamente ante la oficina de la SIC, mientras que los no residentes recurren principalmente al uso del Tratado de cooperación en materia de patentes (TCP).

Cabe resaltar que las solicitudes de los residentes han venido creciendo y esto se refleja en el coeficiente de invención, pues para los últimos cinco años se han presentado 0,93 patentes por cada cien mil habitantes. Así mismo, el índice de dependencia presenta una mejor relación entre las solicitudes de los residentes y los no residentes.

En cuanto a los sectores y áreas tecnológicas se evidenció que los titulares residentes se concentraron mayormente en el sector de ingeniería mecánica, en el área de maquinaria especial, mientras que los no residentes lo hicieron en el sector de química, principalmente en el área de productos farmacéuticos.

Respecto a los titulares más dinámicos, a partir de las solicitudes de patente, destacaron en el caso de los no residentes aquellos localizados en Estados Unidos, Suiza y Alemania. Por su parte, los titulares más prolíficos domiciliados en Colombia fueron la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander, Ecopetrol, Universidad Del Valle, Universidad EAFIT, Universidad de La Sabana y la Universidad Pontificia Bolivariana.

Los tres principales países de origen de los titulares no residentes de patentes fueron Estados Unidos, Suiza y Suecia; respecto a los titulares residentes, la Universidad Nacional de Colombia, Ecopetrol S.A., la Universidad del Valle, la Universidad EAFIT, y la Universidad Industrial de Santander fueron quienes sobresalieron. El papel de las universidades en la generación de conocimiento cada vez adquiere más valor y reflejan el incremento de las capacidades del país; de aquí persiste la necesidad de fortalecer la normatividad sobre propiedad intelectual en estas instituciones, en el incremento de los vínculos y relaciones de estas con el sector productivo, y el acompañamiento a los inventores en el proceso de trámite de solicitud de patentes.

Además de los principales hallazgos aquí descritos, el análisis permite identificar la necesidad de desarrollar estrategias, en general, para aprovechar el potencial de las instituciones de educación superior, en cuanto a generación de conocimiento, así como estudios más detallados que permitan entender de mejor manera las dinámicas de las universidades, sus incentivos, obstáculos, objetivos, áreas del conocimiento y estrategias de colaboración y relacionamiento. Así mismo, la importancia de realizar análisis más detallados a nivel de cada institución para generar mayor evidencia mediante estudios de caso.

Descargue aquí los indicadores del capítulo

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

Bibliografía

- Acosta, M., Coronado, D., & Martínez, M. (2012). Spatial differences in the quality of university patenting: Do regions matter? *Research Policy*, 41(4), 692-703. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.01.002>
- Aguero Aguilar, C. E. (2017). Redes de colaboración y producción de patentes en universidades de la Comunidad Andina de Naciones (UCANS) 2005 - 2015. *Revista Española De Documentación Científica*, 1-19.
- Cantillo, M., Morales, M., & Borraez, M. (2022). *Evolución de la propiedad intelectual en Colombia y su normatividad aplicable*. Santa Marta: Universidad de Magdalena. Obtenido de <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/items/423d1bde-ace7-4605-b25f-18e2cc8d241d>
- Falk, M. (2014). Corporate patents and knowledge sourcing from universities. *Empirica*, 41(1), 83-100. doi:<https://doi.org/10.1007/s10663-013-9226-y>
- García, R. (2017). Patentamiento universitario e innovación en México, país en desarrollo: teoría y política. *Revista de la Educación Superior*, 46(184), 77-96. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.11.001>
- Leydesdorff, L., & Meyer, M. (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems. *Research Policy*, 35(10), 1441-1449. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.016>
- MinCiencias. (s.f.). *Spin-Off Colombia*. Recuperado el 25 de 08 de 2022, de https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion_transferencia/transferencia-conocimiento/spin-off
- OMPI. (2022). *Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT)*. Recuperado el 05 de agosto de 2022, de <https://www.wipo.int/treaties/es/registration/pct/index.html>
- OMPI. (s.f.). *Patentes*. Recuperado el 25 de 08 de 2022, de <https://www.wipo.int/patents/es/index.html>
- Romero, J. (2021). Panorama tecnológico colombiano: una aproximación desde las solicitudes de patentes en Colombia entre los años 2000 y 2018. *Revista Científica*(40), 89-101. doi:<https://doi.org/10.14483/23448350.16929>
- Villafaña, L., Tecpoyotl, M., Perez, M., & Barrón, D. (2022). Evaluación tecnológica y comercial de patentes universitarias a partir de la identificación de oportunidades comerciales en transferencia de tecnología. *CienciaUAT*, 17(1), 107-122.

Nota metodológica

Los indicadores aquí presentados provienen del portal de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), que es la entidad encargada en Colombia de la propiedad industrial. La información empleada se encuentra en el siguiente enlace <https://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>. Los indicadores pueden presentar variaciones respecto a los datos reportados en el último informe porque la SIC hace un proceso constante de actualización de sus bases de datos.

Por su parte, la clasificación de sectores tecnológicos de las patentes corresponde a una clasificación propia de la SIC, construida a partir de los códigos de la clasificación internacional de patentes (CIP). Los sectores que componen esta clasificación son: Ingeniería mecánica; Química; Instrumentos; Electricidad -Electrónica; y demás sectores. Se debe tener en cuenta que una patente puede tener reivindicaciones en más de un sector, por lo tanto, la suma del número de patentes por sector es mayor que el total de patentes.

Respecto a las patentes analizadas se debe tener en cuenta que un documento de patente puede tener uno o varios titulares o inventores, por lo que al contar el número de patentes por cada titular o por inventor la sumatoria será mayor al total de patentes. Por ejemplo, si una patente tiene dos titulares, y se calcula el número de patentes por cada titular, dará como resultado que cada titular tiene una patente, es decir que sumarían dos patentes en total.

Glosario

- Propiedad intelectual: La propiedad intelectual se relaciona con las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio (OMPI, 2022).
- Patente: es un derecho exclusivo que se concede sobre una invención. Faculta a su titular a decidir si la invención puede ser utilizada por terceros y, en ese caso, de qué forma. Como contrapartida de ese derecho, en el documento de patente publicado, el titular de la patente pone a disposición del público la información técnica relativa a la invención (OMPI, 2022). Las invenciones se pueden proteger a través de patentes de invención y patentes de modelo de utilidad (SIC, 2022).

- Patente de invención: derecho otorgado a las invenciones que cumple con los criterios de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial (SIC, 2022).
- Propiedad industrial: es un derecho que adquiere una persona natural o jurídica sobre una nueva creación o un signo distintivo (SIC, 2022).
- Tratado de Cooperación en materia de Patentes: El Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) permite buscar protección por patente para una invención en muchos países al mismo tiempo mediante la presentación de una solicitud "internacional" de patente. Pueden presentar dicha solicitud los nacionales o residentes de los Estados Contratantes del PCT. Por lo general, el trámite de presentación se cumple ante la oficina nacional de patentes del Estado Contratante de nacionalidad o de domicilio del solicitante o, a elección de éste, ante la Oficina Internacional de la OMPI, en Ginebra (OMPI, 2022).

Abreviaturas

(OMPI) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual

(SIC) Superintendencia de Industria y Comercio

(TCP) Tratado de Cooperación en materia de Patentes



Henry Mora Holguín
Área de Innovación

hmora@ocyt.org.co

Doctor en ciencias sociales y magister en economía y gestión de la innovación por la Universidad Autónoma Metropolitana de México; administrador de empresas de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador-Consultor, con experiencia en formulación, coordinación y ejecución de proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CTel). Con experiencia específica en proyectos relacionados con análisis de la relación entre regulación e innovación; métricas de innovación con enfoque sectorial, (industria, servicios, TIC, TI y agroindustrial, farmacéutico), territorial (para Santander, Boyacá, Arauca, Casanare, Quindío, Atlántico, entre otros); diseño y cálculo de líneas base de indicadores de CTel; gestión de la innovación; análisis de brechas científicas, tecnológicas y de innovación; propiedad intelectual y economía del conocimiento; emprendimiento de base tecnológica; e innovación en el sector público.

Es par evaluador reconocido por Minciencias, así mismo evaluador de proyectos y documentos científicos como artículos, libros y capítulos de libro para diferentes revistas indexadas. Además, es docente de pregrado y posgrado, con cátedras sobre gestión de la innovación, metodología de la investigación, política de CTel, emprendimiento de base tecnológica y metodologías ágiles.



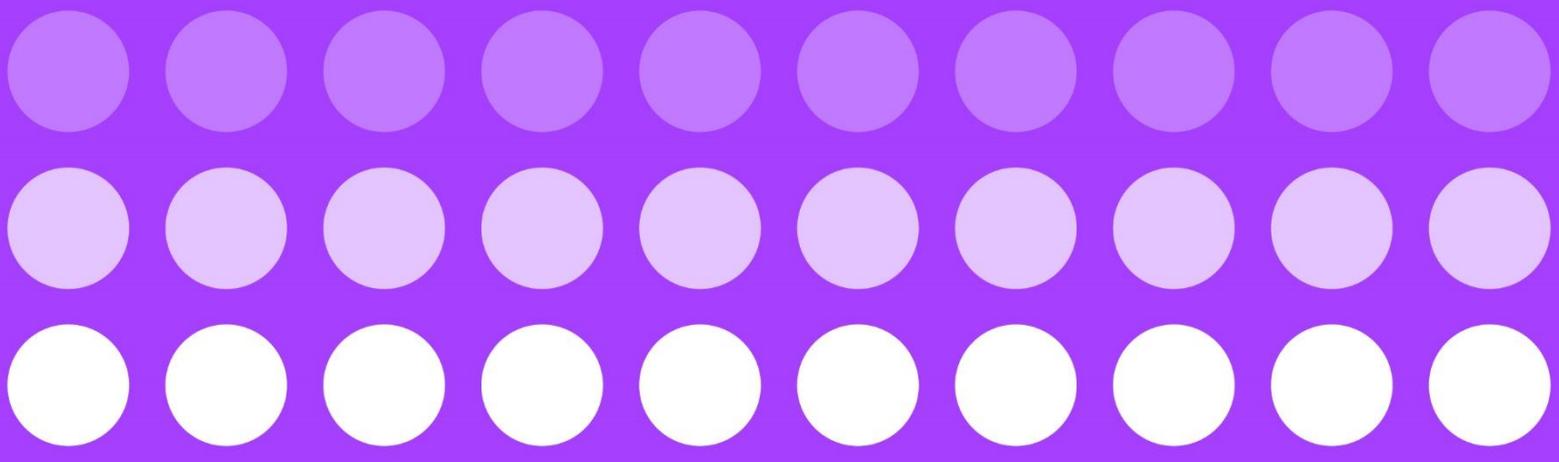
Daniel Santiago Fuentes

Asistente de Investigación

Área de Innovación

dfuentes@ocyt.org.co

Economista de la Pontificia Universidad Javeriana, con énfasis en métodos cuantitativos, con experiencia en el área de estudios socioeconómicos y financieros, desempeñando funciones de analista socioeconómico en la Fundación Alpina, enfocado en el análisis y tratamientos de datos de los proyectos productivos agropecuarios de la Fundación tales como: Autonomía Económica De Mujeres Rurales Del Cauca, Alta Guajira Productiva y Proyecto Lácteo Cauca, en estos desempeño a su vez métodos de automatización de procesos por medio de programación en Python, además, también cuenta con experiencia en el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT desempeñándose como Asistente de investigación en el área de Innovación, aportando apoyo en diversos tipos de investigaciones, como lo son, Análisis de brechas de ciencia, tecnología e innovación para las cadenas de cacao y ganadería doble propósito en Santander, Sistema de Innovación del distrito de Cartagena, Red Stem Latam Siemens, e informe de indicadores de CTel en Colombia, entre otros, nuevamente enfocado en el análisis y tratamientos de datos.



CAPÍTULO 7

APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Capítulo 7 · Apropiación social de la ciencia y la tecnología

Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación

Autora: Diana Marcela Cahó Rodríguez

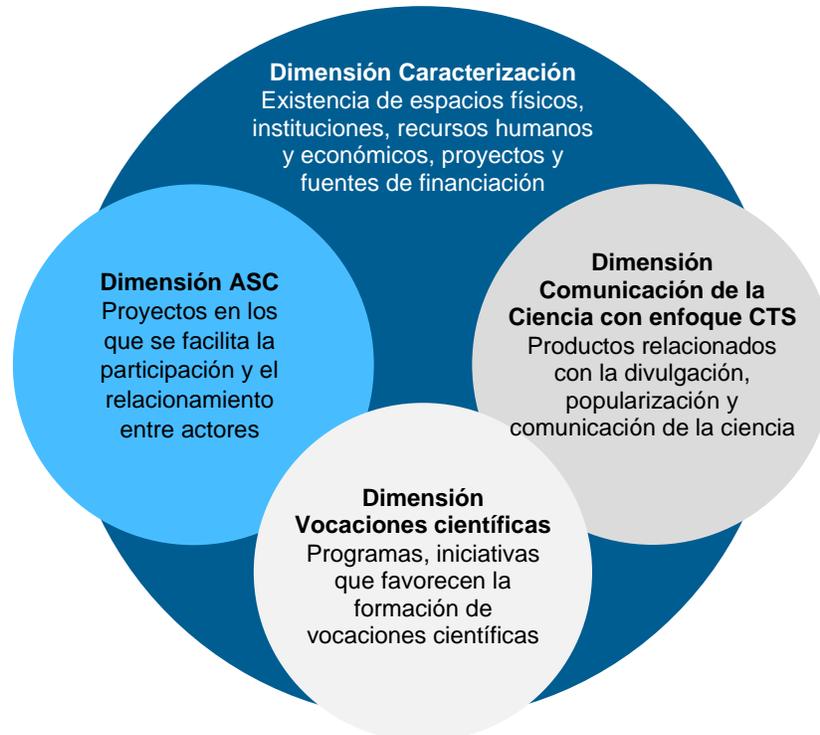
La Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel), se comprende como una serie de acciones que son implementadas para generar puentes entre la ciencia y la tecnología desarrollada por actores especializados y la sociedad en general, la cual no solo pone en circulación estos conocimientos en la vida cotidiana, sino que a lo largo de la implementación los adapta en sus contextos transformándolos de manera permanente (Cortassa, C., & Polino, C. 2015; Fernández Polcuch, E., Bello, A., & Massarani, L. 2016; Godin, B., & Gingras, Y. 2000).

Teniendo en cuenta lo anterior, varios organismos de ciencia y tecnología a nivel mundial han diseñado y orientado acciones que contribuyen a generar un acercamiento entre la sociedad y la ciencia, a partir de la implementación de programas en los que se encuentra una amplia gama de opciones, como también a través del desarrollo de instrumentos de política pública. En nuestro país, por ejemplo, desde hace algunos años este concepto ha tenido presencia discursiva en instrumentos de política: leyes, decretos, estrategias y políticas (Daza-Caicedo & Lozano-Borda, 2013), con alcances específicos orientados hacia: la divulgación, la alfabetización, el desarrollo de vocaciones, la participación ciudadana en asuntos relacionadas con la ciencia y la tecnología y los procesos tendientes a la democratización de la ciencia (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología; Colciencias, 2016) .

Con este panorama, y bajo la comprensión de que además de las acciones propuestas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación -MinCiencias se presentan otras iniciativas, procesos y prácticas, con otros tiempos y lógicas de circulación de conocimientos científicos y tecnológicos en contextos situados; el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT propone una forma de acercarse a algunos atributos de la Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación a través de un trabajo de investigación construido a partir de la revisión y análisis de documentos técnicos, políticas, actividades, proyectos y programas desarrollados en el país. Producto de este trabajo, el OCyT propone una estructura compuesta por las siguientes cuatro dimensiones de la Cultura de Ciencia, Tecnología e Innovación en el país, con el

propósito de reportar desde un nivel exploratorio indicadores asociados a estas: i) caracterización; ii) apropiación social de la ciencia y la tecnología; iii) comunicación de la ciencia con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad- CTS y iv) vocaciones científicas. La **figura 1**, resume las cuatro dimensiones y sus definiciones.

Figura 1. Estructura de la Batería de Indicadores de Cultura en CTel en Colombia



Fuente: OCyT 2016

En este sentido, de forma exploratoria se presenta en este informe los indicadores que contienen las dimensiones de la Cultura CTel, a partir de los reportes que realiza MinCiencias, ya que de acuerdo con otros trabajos publicados por el OCyT entre los años 2015 y 2022, se tiene conocimiento de las múltiples y diversas iniciativas del país realizadas por otros actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTI que podrían relacionarse con algunas de las dimensiones propuestas y por lo tanto con la construcción de la Cultura CTel, pero que aún no ha sido capturadas en una fuente de manera sistemática.

Dimensión de caracterización

Los indicadores que integran esta dimensión se encuentran relacionados con la generación o existencia de espacios físicos, instituciones, recursos humanos y económicos, proyectos, fuentes de financiación que contribuyen a la construcción de una Cultura en CTel. En este sentido, se encuentra que se mantiene la tendencia respecto a los tipos de instituciones que fomentan la Cultura CTel según el carácter, entre el período 2010 al 2021, ya que las que más reportan este tipo de actividades son las Instituciones de Educación Superior - IES, de carácter privado y público con 573 y 341 respectivamente.

Resalta que el periodo en el que más se reportan actividades por este tipo de institución es el año 2020 con 121 para las IES privadas y 68 para IES públicas. Después se encuentran las entidades sin ánimo de lucro (156), las empresas (122), las entidades gubernamentales (100) y los centros de investigación y desarrollo tecnológico (92). Las instituciones que menos reportan información son las Oficinas de Transferencia de resultados de investigación (OTRIS), otras entidades de educación (Colegios) y Organizaciones no gubernamentales, con 2, 9 y 29 respectivamente.

Tabla 1. Número de instituciones que fomentan la Cultura CTel, según tipo 2010 - 2021

Tipo de institución	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	0	0	0	0	2	1	5	9	11	19	28	17
Empresas	0	0	0	0	1	2	5	10	12	28	44	20
Entidades Gubernamentales	0	0	1	0	0	1	5	10	15	18	30	20
Entidades sin ánimo de lucro	0	0	0	0	1		6	13	23	34	46	33
Hospitales y Clínicas	0	0	0	0		1	4	6	6	12	11	5
IES privadas	0	3	6	8	11	24	49	63	78	106	121	104
IES públicas	3	0	1	4	8	16	31	45	47	59	68	59
Internacionales	0	0	0	1	1	1	3	5	5	12	23	12
Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Organizaciones no gubernamentales	0	0	0	0	1	0	1	1	4	7	9	6
Otras entidades de educación (Colegios)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	5	1
Sin Clasificar	0	0	0	0	0	1	5	8	11	19	36	17
TOTAL	3	3	8	14	25	47	114	170	212	317	422	294

Fuente: MinCiencias

Cálculos: OCyT

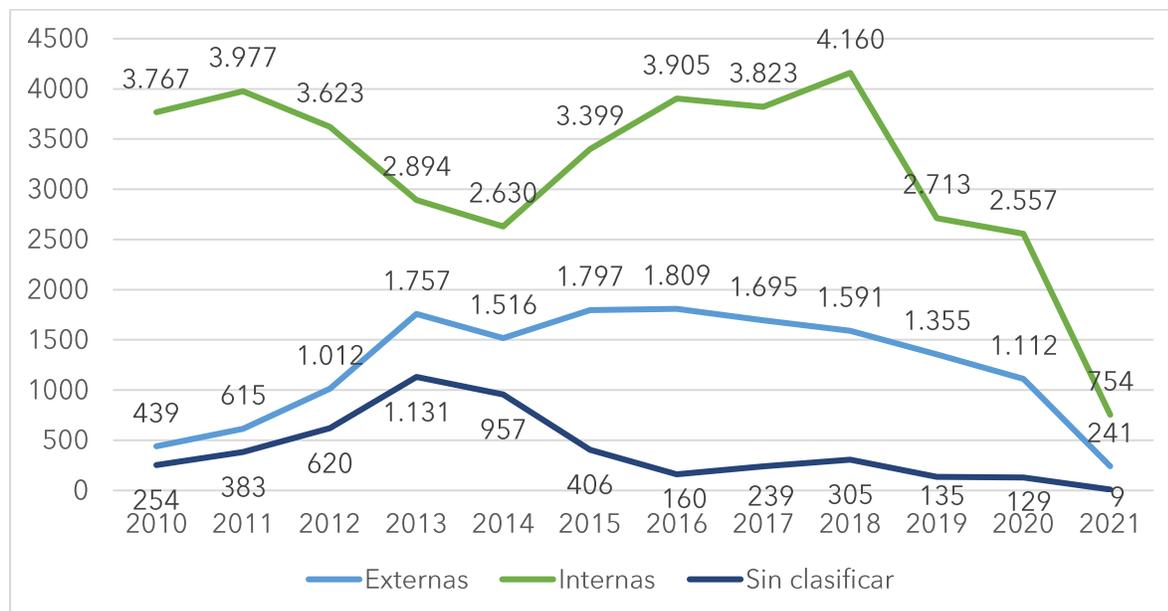
Nota: Las instituciones son contadas por separado. El cálculo se realiza a partir de la información enviada por fuente.

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.

Con relación a los proyectos de CTel que contribuyen al fortalecimiento de la Cultura CTel por fuente de financiación en el periodo 2010 al 2021, se encuentra un decrecimiento de forma general. En este sentido, para las fuentes externas se encuentra un decrecimiento del 80%, para las internas un 45% y para las no clasificadas 96%. De otra parte, frente a los años 2020 y 2021 se evidencia el decrecimiento para las fuentes externas, internas y sin clasificar de 78,3%, 70,5% y 93,0%, respectivamente (ver **Gráfica 1**). Estos datos revelan al menos dos elementos, el primero es la importancia de realizar orientaciones para comprender los usos y alcances tendientes a la construcción de Cultura CTel de manera activa en la sociedad, y el segundo, un posible efecto del momento de pospandemia, y las inversiones que se realizan en materia de financiación de otros procesos.

Gráfica 1. Número de proyectos que fomentan la Cultura CTel por fuente de financiación, 2009 – 2018



Fuente: MinCiencias

Cálculos: OCyT

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

Frente a los 105 proyectos aprobados por el Sistema General de Regalías (SGR) bajo la tipología de Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación entre los años 2012 y 2021, se encuentra que los departamentos que más relacionan proyectos en este periodo son: Antioquía (9), Huila (7), Tolima (7) Valle del Cauca (7), Sucre (7) y Santander (7) frente a los departamentos Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Norte de Santander y Quindío que reportan un solo proyecto en la ventana de observación. El departamento del César no tiene proyectos registrados en esta tipología (ver **tabla 2**), el total de proyectos aprobados es de 105.

Cabe resaltar que, el subsector en el que más se concentran estos proyectos es el de educación, seguido de ciencia, tecnología e innovación y ambiente y desarrollo. Adicionalmente, en estos departamentos las acciones que se han implementado se relacionan con estrategias relacionadas con: i) la generación de vocaciones científicas, ii) investigación como estrategia pedagógica innovación social en modelos de negocio, y iii) la implementación del fortalecimiento para centros de ciencia, según la tipología específica, entre otros.

Tabla 2. Número de proyectos aprobados bajo la tipología de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología por departamento, 2012 - 2021

Departamento	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Amazonas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Antioquia	0	0	0	1	0	0	0	0	5	3
Arauca	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Atlántico	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Bogotá D.C.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Bolívar	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Boyacá	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Caldas	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Caquetá	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Casanare	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0
Cauca	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Cesar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Córdoba	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Cundinamarca	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Guainía	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Guaviare	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Huila	1	1	0	0	0	0	2	2	0	1
La Guajira	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Magdalena	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Meta	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Nariño	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
Norte De Santander	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Putumayo	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Quindío	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Risaralda	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Santander	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0

Sucre	1	1	0	0	0	1	0	0	1	2
Tolima	2	2	0	0	0	0	1	0	1	1
Valle del Cauca	0	1	0	0	2	0	0	3	1	0
Vaupés	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Vichada	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Sistema General de Regalías.

Cálculos: OCyT

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.

De otro lado, frente a los montos de financiación de los proyectos aprobados bajo la tipología de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología, se encuentra que los departamentos con los montos más bajos, y relacionado con el número de proyectos en la ventana de observación, son: Vaupés, Amazonas, San Andrés y Guaviare; mientras que cinco departamentos que concentran los montos de financiación más altos son: Santander, Tolima, Magdalena, Córdoba y Meta.

Tabla 3. Monto de financiación de los proyectos aprobados bajo la tipología de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología por departamento, 2012 – 2021, cifras en millones de pesos

Departamento	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Amazonas	0	0	\$ 4.296	0	0	0	0	0	0	0
Antioquia	0	0	0	\$ 17.000	0	0	0	0	\$ 19.293	\$ 7.613
Arauca	0	\$ 8.992	\$ 15.958	0	0	0	\$ 6.423	0	0	0
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	0	0	0	0	0	0	0	\$ 2.999	\$ 2.459	0
Atlántico	\$ 2.400	0	0	0	\$ 1.707	\$ 3.300	0	0	0	\$ 14.044
Bogotá D.C.	0	\$ 11.150	0	0	0	\$ 11.000	0	0	0	0
Bolívar	0	0	\$ 8.287	0	0	0	0	\$ 20.025	0	0
Boyacá	0	0	0	0	0	0	\$ 4.292	0	0	\$ 8.882
Caldas	\$ 5.787	0	0	0	0	\$ 5.661	\$ 2.366	\$ 6.076	0	0
Caquetá	\$ 2.538	\$ 8.666	0	0	0	0	\$ 5.125	0	0	0
Casanare	0	\$ 21.608	0	0	0	0	0	0	\$ 4.666	0
Cauca	\$ 2.819	\$ 5.742	0	\$ 4.839	0	0	0	0	\$ 4.390	0
Cesar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	\$ 1.827	0	0	0	0	0	0	\$ 23.330	0	0
Córdoba	\$ 10.441	\$ 42.503	0	0	0	0	0	0	\$ 374.921	0
Cundinamarca	0	0	0	0	0	0	\$ 4.000	\$ 7.498	\$ 2.218	0
Guainía	0	0	0	\$ 16.430	0	0	0	0	0	0
Guaviare	0	0	\$ 9.193	0	0	0	0	0	0	0
Huila	\$ 21.106	\$ 2.660	0	0	0	0	\$ 2.324	\$ 3.845	0	\$ 9.990

La Guajira	\$ 5.961	\$ 2.600	0	0	0	0	0	0	\$ 5.686	\$ 4.700
Magdalena	0	0	0	\$ 49.817	0	0	0	0	0	\$ 3.350
Meta	0	\$ 1.500	\$ 12.212	0	0	0	0	\$ 44.487	0	0
Nariño	0	\$ 19.243	0	0	0	\$ 5.492	0	\$ 4.733	0	0
Norte De Santander	0	\$ 44.952	0	0	0	0	0	0	0	0
Putumayo	0	\$ 10.787	0	0	0	\$ 17.508	0	0	0	0
Quindío	0	\$ 10.433	0	0	0	0	0	0	0	0
Risaralda	0	\$ 6.408	0	0	0	0	\$ 3.478	0	\$ 33.047	0
Santander	\$ 4.999	\$ 20.239	\$ 18.500	0	0	0	0	0	\$ 2.743	0
Sucre	\$ 6.408	\$ 20.936	0	0	0	\$ 11.741	0	0	\$ 1.349	\$ 4.332
Tolima	\$ 7.031	\$ 20.145	0	0	0	0	\$ 11.902	0	\$ 1.365	\$ 8.460
Valle Del Cauca	0	\$ 6.506	0	0	0	\$ 7.684	0	\$ 10.414	\$ 7.603	0
Vaupés	0	\$ 2.300	0	0	0	0	0	0	0	0
Vichada	0	\$ 680.800	0	0	0	0	0	\$ 10.899	0	0

Fuente: Sistema General de Regalías

Cálculos: OCyT

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

Los datos son reportados en millones de pesos para facilitar la lectura.

Dimensión de Apropiación Social de CTel

En esta dimensión y de acuerdo con la disponibilidad de información de la fuente, se encuentran los proyectos que favorecen espacios de encuentro y relacionamiento entre diferentes tipos de actores, específicamente los de tipo extensión y de investigación, desarrollo e innovación. También se incluyen algunos de los productos relacionados en “El modelo de reconocimiento de grupos de investigación y desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - 2021” de MinCiencias, bajo la categoría de Productos resultados de actividades de Apropiación Social del Conocimiento y Divulgación Pública de la Ciencia. La selección de los indicadores que se presentan en este capítulo se propone en articulación con los elementos conceptuales del OCyT en esta dimensión. En este sentido se encuentran los datos relacionados con: i) Procesos de Apropiación Social del Conocimiento para el fortalecimiento de cadenas productivas; ii) Procesos de Apropiación Social del Conocimiento para el fortalecimiento o solución de asuntos de interés social; iii) Procesos de Apropiación Social del Conocimiento para la generación de insumos de política pública y normatividad y iv) Procesos de Apropiación Social del Conocimiento resultado del trabajo conjunto entre un Centro de Ciencia y un grupo de investigación.

También se encuentran en esta dimensión por su orientación misional dentro de la política científica nacional, los centros de ciencia.

Tabla 4. Número de proyectos CTel que fomentan la Cultura CTel, según tipología 2010 – 2021

Tipología	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Proyecto de extensión	1.447	1.587	1.718	2.025	1.670	1.826	2.103	2.200	2.382	1.595	1.716	404
Proyecto ID+I con formación	3.013	3.388	3.537	3.757	3.433	3.776	3.771	3.557	3.674	2.608	2.082	600
Total general	4.460	4.975	5.255	5.782	5.103	5.602	5.874	5.757	6.056	4.203	3.798	1.004

Fuente: MinCiencias

Cálculos: OCyT

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.

Para el indicador número de proyectos de fomentan la Cultura CTel, se observa un decrecimiento en los tipos entre los años 2020 y el 2021, para los proyectos de extensión del 76% y para los proyectos de ID+I con formación de un 71%.

De otro lado el indicador de Centros de Ciencia reconocidos con vigencia activa, bajo la clasificación que propone MinCiencias en 4 grupos: “Grupo 1: Bioespacios (Acuarios, Jardines Botánicos y Zoológicos), Grupo 2: Espacios para las Ciencias Exactas, Físicas, Sociales y La Tecnología (Museos de ciencia y tecnología, Museos de ciencias exactas, Planetarios y Observatorios), Grupo 3: Espacios de Construcción Ciudadana en CTel (Colaboratorios, Espacios Maker y Talleres ciudadanos), y Grupo 4: Espacios Mixtos (Centros interactivos, Museos de historia natural y Parques temáticos)” (MINCIENCIAS, 2021. P. 35), se encuentra un total de 11 espacios, de los cuales 6 son Bioespacios, 3 son Espacios Mixtos, 2 Espacio para las ciencias exactas, físicas y sociales (ver **tabla 5**)

Tabla 5. Centros de ciencia reconocidos, según tipo de centro, 2018 – 2021

Tipo de Centro de ciencia	2018	2019	2020	2021
Bioespacios	2	0	1	3
Espacios Mixtos	2	0	0	1
Espacios para las Ciencias Exactas, Físicas, Sociales y La Tecnología	1		1	0
Espacios de construcción ciudadana para la CTel	0	0	0	0
Total general	5	0	2	4

Fuente: MinCiencias

Nota: La información que se presenta es la reportada por la fuente

Respecto a la medición anterior, realizada por el OCyT, aún no se reportan espacios de participación ciudadana para CTel, elemento altamente destacado en varios documentos normativos anteriores y en la Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la CTel (2021) y sobre el que valdría la pena desarrollar programas sistemáticos o alternativas para su desarrollo y fomento.

Al observar la clasificación por entidad territorial de los Centros de Ciencia avalados con vigencia activa en la ventana de observación 2018 - 2021, se encuentra que Antioquía es el departamento que más reporta (3), seguido por Bogotá (2) y Valle del Cauca (2) (ver **tabla 6**).

Tabla 6. Centros de ciencia avalados por entidad territorial, 2018-2021

Departamento	Nombre del centro de ciencia
Antioquia	Corporación Parque Explora
	Fundación Jardín Botánico "Joaquín Antonio Uribe" De Medellín
	Museo De Ciencias Naturales De La Salle
Archipiélago de San Andrés, Providencia Y Santa Catalina	Jardín Botánico de La Universidad Nacional de Colombia-Sede Caribe
Bogotá, Distrito Capital	Corporación Maloka de Ciencia, Tecnología e Innovación
	Planetario de Bogotá
Bolívar	Fundación Jardín Botánico Guillermo Piñeres
Boyacá	Museo Paleontológico De Villa De Leyva
Risaralda	Parque temático De Flora Y Fauna De Pereira S.A.S. - Bioparque Ukumari
Valle del Cauca	Fundación Zoológico de Cali
	Fundación Zocriadero De Mariposas Andoke

Fuente: MinCiencias

De otro lado, los indicadores relacionados con los tipos de producto de Apropiación Social del conocimiento ASC se encuentra que el tipo de producto que más se reporta es, el de Apropiación Social del Conocimiento para el Fortalecimiento o Solución de Asuntos de interés social, y el que menos se reporta es el producto proceso de ASC como resultado del trabajo conjunto entre un Centro de Ciencia y un grupo de investigación (ver **tabla 7**).

Respecto a la variación porcentual entre el año 2021 y el año 2020, hay un decrecimiento alto en todos los tipos de producto. Para el denominado proceso de ASC para el fortalecimiento de cadenas productivas, se presenta un decrecimiento del 88%, seguido de Proceso de ASC para el fortalecimiento o solución de asuntos de interés social, con un 76% y con un 59% el proceso ASC para la generación de insumos de política pública y normatividad. El producto Proceso de ASC resultado del trabajo conjunto entre un Centro de Ciencia y un grupo de investigación, no presenta variaciones entre los años comparados (ver **tabla 7**).

Tabla 7. Tipos de productos que fomentan la cultura CTel, año 2010 - 2021

Procesos ASC	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Proceso de Apropiación Social del Conocimiento para el fortalecimiento o solución de asuntos de interés social	1	2	4	7	13	69	243	503	929	1.734	2.628	623
Proceso de Apropiación Social del Conocimiento resultado del trabajo conjunto entre un Centro de Ciencia y un grupo de investigación	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	1	1
Proceso de Apropiación Social del Conocimiento para la generación de insumos de política pública y normatividad	0	1	0	1	9	35	41	25	48	94	134	55
Proceso de Apropiación Social del Conocimiento para el fortalecimiento de cadenas productivas	0	0	0	0	0	3	2	17	26	43	231	28
Total general	1	3	4	8	22	107	287	547	1.005	1.876	2.994	707

Fuente: MinCiencias

Cálculos: OCyT

Nota: Se reportan los datos capturados y depurados por la fuente en cada una de las clasificaciones

Dimensión de Comunicación de la Ciencia con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad CTS

En esta dimensión se integran los productos realizados por los grupos de investigación y que responden al resultado de actividades o proyectos de divulgación, comunicación pública de la ciencia y popularización del conocimiento (**Tabla 8**). También se relacionan los tipos de producto relacionados con la generación de contenido impreso, multimedia, virtual, publicaciones no especializadas como cartillas, periódicos comunitarios, revistas, entre otros, que favorecen la construcción de una Cultura CTel por el tipo de producto y la diversidad de los públicos.

Se encuentra que la variación entre los años 2020 y 2021 presenta un decrecimiento de todos los subtipos de productos, siendo el más alto el de Desarrollos web con un 78%, seguido de Producción de estrategias trans media con un 76% y en un tercer lugar el de Publicaciones editoriales no especializadas: cartillas, manual no especializado, periódicos, revistas, boletín, etc., con un 74%.

Tabla 8. Tipos de productos de comunicación de la ciencia con enfoque CTS, 2010 - 2021

TIPO DE PRODUCTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Publicaciones editoriales no especializadas: cartillas, manual no especializado, periódicos, revistas, boletín, etc	3	4	4	6	11	40	77	150	232	577	1061	271
Audiovisuales	4	6	2	17	26	68	284	587	872	1461	4182	1175
Sonoro	1	1	0	4	3	11	97	209	536	1176	2045	704
Recursos gráficos digitales	0	0	1	0	0	2	6	21	52	123	678	218
Producción de estrategias y contenidos transmedia	0	3	2	6	4	11	47	112	121	227	1003	237
Desarrollos web: Páginas web-blogs, micrositiros, aplicativos móviles + estrategia de Redes Sociales	0	0	0	3	11	12	38	83	195	234	866	189
Total general	8	14	9	36	55	144	549	1.162	2.008	3.798	9.835	2.794

Fuente: MinCiencias

Cálculos: OCyT

Nota: Se reportan los datos capturados y depurados por la fuente en cada una de las clasificaciones

Dimensión Vocaciones Científicas

En esta dimensión hacen parte los registros de productos que se relacionan con estrategias que contribuyan a la construcción de vocaciones científicas en niños, niñas y jóvenes en el país, a través de procesos formativos. En este sentido, y teniendo en cuenta la disponibilidad de información de la fuente, se presenta el indicador de Asesorías al programa Ondas de MinCiencias (**Tabla 9**), que tiene como objetivo despertar el interés en niños, niñas, adolescentes y jóvenes por la investigación y desarrollo de actitudes y habilidades para que encuentren en la ciencia y la investigación una pasión y un posible proyecto de vida. (MinCiencias, s.f).

De acuerdo con la información registrada, se encuentra que, hay una variación entre los dos últimos años del período observado significativamente alta, con un 86%. Esto podría estar relacionado con el impacto que ha tenido en el programa la financiación por el Sistema General de Regalías y que es posible que existan otras estrategias a nivel departamental y municipal que responda a la necesidad de realizar este tipo de actividad con otros enfoques de investigación y de construcción de conocimiento, las cuales deben ser ubicadas y reconocidas.

Tabla 9. Asesoría a programa ONDAS, 2010 – 2021

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
148	334	397	609	868	660	825	917	511	241	420	59

Fuente: MinCiencias

Cálculos: OCyT

Nota: Se reportan los datos capturados y depurados por la fuente de acuerdo con la tipología

Conclusiones

Se presenta un decrecimiento en todas las dimensiones de la Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación. Este patrón puede estar relacionado con los efectos que ha tenido la pandemia del COVID-19 en el país y que ha llevado a pensar nuevas formas de relacionamiento entre diferentes tipos de actores que hacen parte del SNCTel.

Frente a los proyectos aprobados por el SGR bajo la tipología de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología se encuentra que todos los departamentos en la ventana de observación reportan al menos un proyecto. Los departamentos que más reportan proyectos bajo la tipología de ASC, son aquellos que podrían tener tal vez, mayor conocimiento en materia de estructuración de proyectos.

Se mantiene como tendencia el planteamiento de proyectos de Apropiación Social del Conocimiento, en el sector de la educación, y esto deja sin explorar otros sectores importantes que se relacionan con las vocaciones y las necesidades locales.

Se encuentra que aún no hay Centros de Ciencia reconocidos en la costa Norte o en el sur del país, como tampoco el registro de espacios de construcción ciudadana en el período reportado. Esta estrategia sería interesante abordarla como un espacio en el que se intercambie el conocimiento y se establezcan procesos de apropiación social del conocimiento, a partir de la reflexión crítica y el diálogo entre actores con diferentes saberes.

Hay un decrecimiento en todos los tipos en la dimensión de ASC, reportada a través de los subtipos de productos.

En cuanto a la dimensión de comunicación con enfoque CTS se encuentra que, predomina el subtipo de producto audiovisual. Esto puede estar asociado con las capacidades de los territorios y por la facilidad de circulación en diferentes canales (redes y aplicaciones).

Descargue aquí los indicadores del capítulo

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

Nota metodológica

Los indicadores presentados en este capítulo son construidos a partir de los datos solicitados al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia. Las fuentes de información son las siguientes:

- a. Los datos que se encuentran reportados en el Sistema General de Regalías, bajo la categoría de Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación. Con fecha de consulta cuarto trimestre del 2022.
- b. Base de datos relacionada con los Centros de Ciencia. Con fecha de consulta cuarto trimestre del 2022.
- c. Reporte de los resultados del modelo de clasificación de grupos e investigadores de MINCIENCIAS. Con fecha de consulta cuarto trimestre del 2022.

Respecto la ventana de observación, se presentan variaciones que se explican por la disponibilidad de información de la fuente, sin embargo, se buscó que fuera de manera retrospectiva, con el fin de reportar el comportamiento y las tendencias en relación con las dimensiones de la Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación. Los años reportados se encuentran en cada una de las tablas y gráficas presentadas.

Referencias

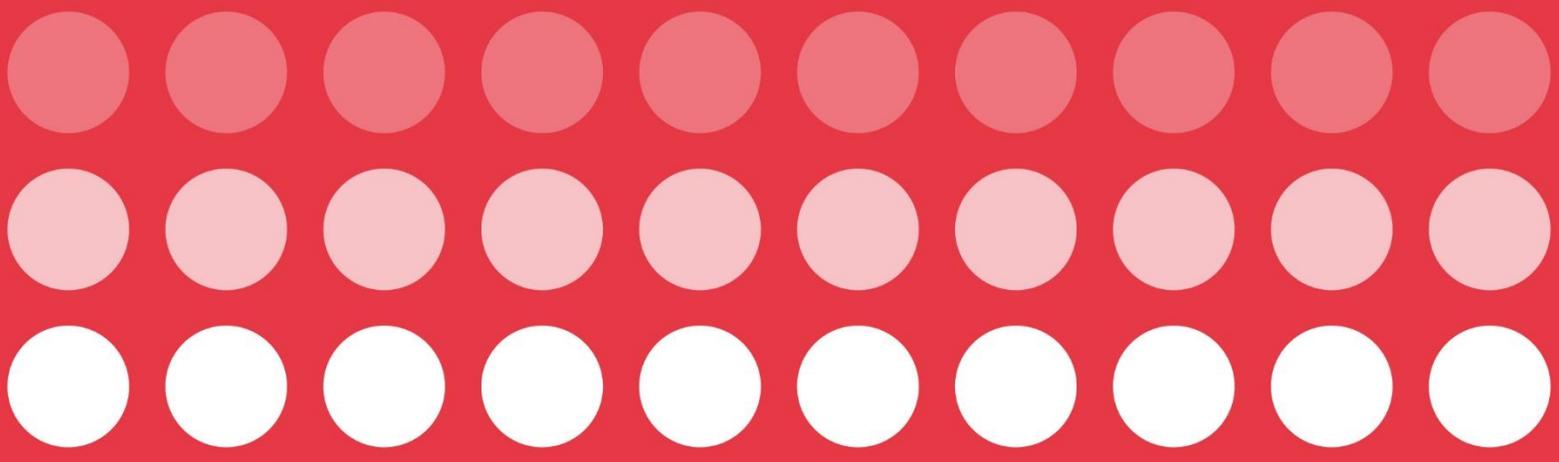
- Daza-Caicedo, Sandra, & Lozano-Borda, Marcela. (2013). Actividades hacia “otros públicos”. Entre la difusión, la apropiación y la gobernanza de la ciencia y la tecnología. En Colciencias cuarenta años: entre la legitimidad, la normatividad y la práctica. Bogotá: Colciencias-OCyT.
- Fernández Polcuch, E., Bello, A., & Massarani, L. (2016). Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina. Montevideo: LATU, UNESCO, RedPop. Obtenido de UNESCO: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/SC-PolíticasPublicasInstrumentosCltCientificaALC.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. <http://doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>
- MINCIENCIAS, (2021). 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: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_-_documento_conceptual_2021.pdf
- MINCIENCIAS, (s.f.). ONDAS. Recuperado de: <https://ondas.minciencias.gov.co/>
- 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-OE



Diana Marcela Cahó Rodríguez
Líder Apropiación Social del
Conocimiento

dcaho@ocyt.org.co

Candidata a Magister en Estudios Sociales de la Ciencia de la Universidad el Rosario y Socióloga de la Universidad Santo Tomás. Con amplia experiencia laboral y de investigación en gestión, diseño y ejecución de proyectos en proyectos a nivel nacional relacionados con la apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación, comunicación pública de la ciencia, vocaciones científicas, diseño y cálculo de indicadores relacionados con las dimensiones de la Cultura en CTel en Colombia. Actualmente es líder del Área de Apropiación Social de Ciencia y la Tecnología del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología donde ha liderado y sido investigadora en proyectos construidos con diversos actores del Sistema.



CAPÍTULO 8

PERSPECTIVA INTERNACIONAL

Indicadores de Ciencia, Tecnología e innovación desde la perspectiva internacional para las transiciones sostenibles.

Autoras: Mabel Ayure Urrego, Mariana Granados Cortés

La observación de indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTel) desde la perspectiva internacional ha tenido como objetivo seguir el desempeño del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCT) frente a referentes de la región y de la comunidad de países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Esta observación toma como insumos los datos publicados por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), de la OCDE y de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), junto con los indicadores que calcula el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) en colaboración con otras organizaciones nacionales como el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), entre otros. Sin embargo; en el contexto de las necesidades planteadas por la pandemia desde el año 2020, la observación global del desempeño en la producción de ciencia, tecnología e innovación tiene como objetivo identificar las mejores capacidades y oportunidades de colaboración para la generación de nuevo conocimiento que permita responder de manera sostenible y justa a los desafíos sociales, ambientales y económicos de desarrollo.

Este capítulo tiene como objetivo presentar un conjunto de once indicadores del SNCTel que se observan en grupos de países seleccionados para cada caso, considerando las recomendaciones de OCDE y Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (UNESCO) para el avance de la ciencia, la tecnología y la innovación en transición a la apertura sostenible. Se toma como referente de análisis los resultados de la Encuesta OCDE sobre Política de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023) y el avance del Reporte Perspectivas de ciencia, tecnología e innovación de la OCDE (2023). Estos referentes presentan un balance de las discusiones e iniciativas generadas internacionalmente para hacer frente a las crisis sociales en “tiempos de disrupción” que sirve a la conversación nacional.

Es importante considerar que, debido a las diferencias metodológicas de las fuentes de información, esta comparación puede tener aproximadamente dos años de rezago para algunos indicadores por las fechas de auto reporte de cada país y posterior publicación en las fuentes oficiales como OCDE y RICYT. Adicionalmente, la publicación de esta información aún continúa con afectaciones importantes por la pandemia, con lo cual el rango de observación de cada indicador varía según la fuente inicial.

Inversión en actividades de ciencia y tecnología (ACT) como porcentaje del PIB

Las actividades de ciencia y tecnología (ACT) muestran el desempeño de los sistemas de CTel desde la producción a la transferencia, apropiación y aplicación del conocimiento científico y técnico. Algunas de las ACT son el apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica; los servicios científicos y tecnológicos; administración; actividades de apropiación social del conocimiento y otras que apoyan la CTel.

La selección de referentes para este indicador se centra en América Latina con una serie de 10 años (2011 - 2020) para el porcentaje del producto interno bruto (PIB) invertido en ACT. Con respecto al informe previo y hasta la última consulta para la producción de este informe, no se dispone de información de Costa Rica, país que mantuvo el liderazgo sostenido durante los periodos previos. Para el caso de Colombia se incluyen en esta selección los datos para ACT aunque es posible consultar el reporte de ACTI consolidado en el capítulo correspondiente a Inversión de este informe y en el portal de datos OCyT. Los cambios más visibles se hacen en El Salvador y Paraguay que han bajado la inversión progresivamente (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. Inversión en ACT como porcentaje del PIB según países seleccionados, 2011-2020.

País	Porcentaje de inversión anual									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	0,61	0,68	0,66	0,65	0,66	0,60	0,62	0,55	0,47	0,52
Brasil	1,59	1,59	1,61	1,67	1,73	1,55	1,38	1,44	1,47	1,37
Colombia	0,36	0,35	0,39	0,49	0,57	0,42	0,40	0,49	0,38	0,32
Costa Rica	1,77	1,98	2,01	2,58	2,03	2,08	2,38	2,67	n.d.	n.d.
Ecuador	0,39	0,42	0,55	0,56	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
El Salvador	1,11	1,21	1,27	1,24	2,15	2,01	2,12	1,69	1,75	n.d.
México	0,73	0,72	0,75	0,70	0,70	0,67	0,63	0,59	0,57	0,64
Paraguay	0,26	0,27	0,25	0,24	0,27	0,65	0,93	1,18	0,62	0,58
Uruguay	0,59	0,50	0,51	0,52	0,57	0,61	0,67	0,76	0,73	0,75
América Latina	0,97	0,99	1,02	1,04	1,06	1,00	0,93	0,93	0,88	0,88

Fuente: RICYT (<http://www.ricyt.org/category/indicadores/>), para Colombia cálculos propios OCyT.

Cálculos: para Colombia OCyT

Fecha de consulta: Enero de 2020

América Latina ha mantenido durante los últimos dos años su porcentaje de inversión más bajo del periodo de observación (0,88%). Al respecto, el Reporte Perspectivas de ciencia, tecnología e innovación de la OCDE (2023), evidencia la importancia de la innovación transformadora y recomienda la implementación de políticas orientadas por misiones con marcos integrados de gobernanza para reorganizar las dinámicas de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología, identificar los vínculos clave y el desarrollo de estrategias de monitoreo y evaluación que habiliten información suficiente a los formuladores de políticas.

Inversión en I+D como porcentaje del PIB

Las actividades de investigación y desarrollo (I+D) se enfocan en los procesos, productos y servicios para la economía. La definición que se usa para este indicador es la presentada en el Manual de Frascati (OCDE, 2018) que abarca el conjunto de actividades y trabajo creativo sistemático para aumentar el nivel de conocimiento y formas de aplicación productivas de este. La **Tabla 2**, muestra el porcentaje del PIB invertido en I+D por un conjunto de 21 países seleccionados de la región y la OCDE, en el periodo comprendido entre los años 2011 y 2020.

Con respecto a la versión anterior de este informe, donde se podía ver la serie actualizada hasta el año 2018, Corea continúa con el liderazgo del indicador y aumenta su valor progresivamente hasta el año 2020. China, Estados Unidos, Japón y Suecia mantienen sus indicadores estables al tiempo que Argentina, Brasil y Cuba son las economías con mayor inversión en I+D de la región. El promedio de inversión en I+D de América Latina es de 0,65% del cual 56,61% corresponde a financiamiento del sector público y 36,85% al sector productivo. Para la comunidad de países de la OCDE el promedio de inversión es 2,67 en I+D respecto al PIB de los cuales 23,92% corresponde al sector público y 63,81% al sector productivo. Dentro del financiamiento participan también el sector de educación superior (Colombia incluye en este segmento a los centros de investigación y desarrollo tecnológico), el sector productivo sin ánimo de lucro y la inversión extranjera, los tres con porcentajes que no superan el 6%.

Colombia disminuye en 0,1 punto la inversión en I+D para el periodo 2019 - 2020, al pasar desde 0.25% hasta 0.24%. De esta forma, se mantiene atrás de Chile y México y presenta en general un porcentaje de inversión bajo respecto al promedio de la región. En cuanto al detalle de las fuentes de financiamiento, la inversión de las entidades del gobierno central representa un 26,28%, además del 3,53% de recursos provenientes de las asignaciones para la ciencia, la tecnología y la innovación del Sistema General de Regalías (SGR), mientras que el sector productivo participa con el 40,64% del porcentaje total de inversión. Las Instituciones de educación superior y los centros de investigación y desarrollo tecnológico participan con el 14,83% y 6,35% respectivamente mientras que la inversión extranjera es de 5,62%. Respecto a los reportes previos, la inversión desde el sector productivo oscila entre el 35 y el 40% aproximadamente y se hace superior a la inversión del sector productivo, siguiendo la tendencia internacional. Para la región, el indicador aún muestra un porcentaje de inversión del sector gubernamental significativo respecto al sector privado mientras que para el promedio de inversión de los países de la OCDE la inversión del sector productivo es superior de manera constante.

Tabla 2. Inversión en I+D como porcentaje del PIB según países seleccionados 2011 - 2020.

País	Porcentaje de inversión anual									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	0,57	0,63	0,62	0,59	0,62	0,56	0,56	0,50	0,47	0,52
Alemania	2,81	2,88	2,84	2,88	2,93	2,94	3,05	3,11	3,17	3,13
Bélgica	2,17	2,28	2,33	2,37	2,43	2,52	2,67	2,86	3,16	3,38
Brasil	1,14	1,13	1,20	1,27	1,37	1,29	1,12	1,19	1,23	1,17
Canadá	1,79	1,77	1,71	1,71	1,69	1,73	1,69	1,74	1,75	1,84
Chile	0,35	0,36	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,37	0,34	0,34
China	1,78	1,91	2,00	2,03	2,07	2,10	2,12	2,14	2,23	2,40
Colombia	0,20	0,22	0,26	0,30	0,37	0,27	0,26	0,31	0,25	0,24
Corea del Sur	3,59	3,85	3,95	4,08	3,98	3,99	4,29	4,52	4,63	4,81
Costa Rica	0,48	0,57	0,56	0,58	0,45	0,43	0,43	0,39	n.d.	n.d.
Cuba	0,27	0,41	0,47	0,42	0,43	0,34	0,43	0,54	0,55	0,52
El Salvador	0,04	0,03	0,06	0,09	0,14	0,14	0,18	0,16	0,17	0,16
España	1,33	1,30	1,28	1,24	1,22	1,19	1,21	1,24	1,25	1,41
Estados Unidos	2,75	2,68	2,71	2,72	2,78	2,85	2,89	3,01	3,17	3,44
Japón	3,24	3,21	3,31	3,37	3,24	3,11	3,17	3,22	3,21	3,27
México	0,47	0,42	0,43	0,44	0,43	0,39	0,33	0,31	0,28	0,30
Panamá	0,17	0,08	0,06	0,14	0,12	0,14	0,15	0,12	0,13	0,23
Portugal	1,46	1,38	1,32	1,29	1,24	1,28	1,32	1,35	1,40	1,62
Reino Unido	1,65	1,58	1,62	1,64	1,65	1,65	1,66	1,71	1,71	n.d.
Suecia	3,19	3,24	3,27	3,11	3,22	3,25	3,36	3,32	3,39	3,49
Uruguay	0,35	0,30	0,29	0,31	0,35	0,38	0,45	0,51	0,43	0,45
América Latina y el Caribe	0,69	0,68	0,72	0,74	0,77	0,72	0,65	0,66	0,66	0,65
OCDE	2,28	2,28	2,30	2,32	2,33	2,33	2,37	2,44	2,52	2,67

Fuentes: Para Alemania. Bélgica. Canadá. Chile. Corea del Sur. Estados Unidos. Japón. Reino Unido. Suecia. y países OCDE: OCDE (<http://stats.oecd.org>); para los demás países y América Latina y el Caribe. RICYT <http://www.ricyt.org/category/indicadores/>; para Colombia cálculos propios OCyT.

Fecha de consulta: diciembre de 2022

Canadá: En los años 2012 y 2014 hubo un quiebre de la serie temporal

Chile: Para el año 2017 el valor es provisional

China: En el año 2009 hubo un quiebre de la serie temporal

Estados Unidos: Desde el año 2009, los datos de I+D están disponibles separados por sectores.

Reino Unido: Valores de la serie temporal estimados

Suecia: Valores de la serie temporal estimados

OECD: Valores de la serie temporal estimados

Tanto el informe preliminar de panorama de la CTel para el 2023 como la Encuesta OCDE sobre Política de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023) destacan la necesidad de diseñar e implementar instrumentos regulatorios que permitan la planeación y ejecución de estrategias en I+D con instancias de coordinación reales con otros instrumentos de política pública, posibiliten las alianzas y el trabajo colaborativo entre los actores del sistema. En esta encuesta, Colombia reportó como principales segmentos de la agenda de I+D un conjunto de iniciativas con fechas de vencimiento reciente o próximas, lo cual abre una ventana de oportunidad para la actualización de este tipo de instrumentos en resonancia a las recomendaciones internacionales. Algunos de los instrumentos reportados en esta encuesta para la agenda I+D nacional fueron:

- Asistencia técnica para la gestión y aplicación de instrumentos de inspección y supervisión (2016 - 2021)
- Consejo nacional de incentivos fiscales a la I+D+i (2012 - 2021)
- Ecosistema científico (2016 - 2021)
- Enlazando conocimientos (2019 - 2021)
- Herramientas de apoyo al sistema nacional de innovación agrícola (2012 - 2030)
- Herramientas de apoyo al sistema nacional de innovación agropecuaria (2012 - 2030)
- Observatorio de comercio electrónico (2021 - 2023)
- Plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación en el sector agropecuario colombiano (2017 - 2027)

Número de Investigadores por cada mil integrantes de la fuerza de trabajo, según países seleccionados.

Este indicador toma como referencia las personas que hacen parte de la fuerza de trabajo en países seleccionados, la información de la región y los países de la OCDE seleccionados se extrae del Portal de indicadores de la RICYT y el portal de estadística de la OCDE, respectivamente. Los recursos humanos dedicados a la investigación son un indicador clave para proyectar el impacto de los sistemas de CTel en el desarrollo de las áreas de conocimiento, como base de las redes de colaboración para la innovación y por tanto, como actores fundamentales en la transición hacia las prácticas científicas abiertas, sostenibles y justas. La **Tabla 3**, muestra este indicador para 19 países, principalmente de la región, donde Argentina lidera la participación manteniendo un aumento ligero y progresivo. Colombia presenta un aumento ligero progresivo, pero con un número bajo (0,85) de investigadores en la fuerza de trabajo respecto al promedio de la región (2,23).

La observación de los recursos humanos para la investigación y desarrollo (OCDE, 2023) muestra la relevancia y urgencia de la colaboración entre el sector gubernamental y productivo y hace foco en las estrategias que se implementan para ampliar el número de oportunidades de formación y de integración de los investigadores en distintas redes de colaboración. Estas estrategias, enfocadas en los investigadores, más que en las instituciones, dedican sus rangos de inversión a la formación, la movilidad académica (internacionalización), la identificación de talentos (jóvenes investigadores) y el apoyo a actividades complementarias de investigación.

Desde dicha observación se resalta que, aunque el objetivo principal de los sistemas de CTel es fortalecer sus capacidades aumentando el número de investigadores, también es necesario crear los mecanismos para que los investigadores se integren en el sector productivo, especialmente cuando se tiene en cuenta que la inversión en I+D es superior en el sector productivo y que por tanto se pueden generar los mecanismos pertinentes para esto.

Tabla 3. Número de Investigadores por cada mil integrantes de la fuerza de trabajo, según países seleccionados 2011 - 2020.

País	Número de investigadores reportados anualmente						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	4,80	4,72	4,89	4,69	4,82	4,85	5,14
Alemania	8,39	9,21	9,31	9,71	10,01	10,33	10,37
Canadá	8,44	8,43	8,16	8,22	8,78	8,98	n.d.
Chile	1,46	1,52	1,63	1,61	1,69	1,65	1,85
China	1,91	2,02	2,13	2,20	2,37	2,67	2,91
Colombia	0,34	0,41	0,53	0,52	0,66	0,68	0,85
Corea	13,02	13,24	13,26	13,89	14,73	15,38	16,05
Costa Rica	1,79	1,89	1,70	1,70	1,74	n.d.	n.d.
Cuba	0,85	0,80	1,46	1,51	1,53	1,67	1,69
España	5,33	5,34	5,55	5,86	6,14	6,25	6,39
Estados Unidos	8,47	8,64	8,55	8,87	9,50	9,62	n.d.
Japón	10,37	10,03	10,01	10,09	9,95	9,91	10,04
Guatemala	0,09	0,09	0,10	0,07	0,06	0,07	n.d.
México	0,86	0,92	1,01	1,01	0,98	1,02	1,16
Paraguay	0,50	0,60	0,48	0,51	0,53	0,50	0,47

Portugal	7,30	7,40	7,90	8,50	8,96	9,37	10,9
Trinidad y Tobago	1,87	1,97	2,15	2,35	2,68	2,41	2,23
Uruguay	1,61	1,65	1,58	1,61	1,71	1,76	1,78
Venezuela	0,58	0,52	0,62	n.d.	n.d.	0,35	0,44
América Latina y el Caribe	1,74	1,84	2,01	2,00	2,08	2,08	2,23
OCDE	7,63	7,75	7,78	8,06	8,40	8,58	n.d.

Fuentes: Para Alemania, China, Japón, y países OCDE: OCDE: OECD (<http://stats.oecd.org>); para los demás países y América Latina y el Caribe, RICYT (<http://www.ricyt.org/category/indicadores/>); para Colombia cálculos propios OCyT.

Fecha de consulta: diciembre de 2022

Porcentaje de mujeres investigadoras, para los países seleccionados, 2011 - 2020.

La observación de este indicador responde a las diversas recomendaciones y estrategias internacionales para mitigar la brecha de género en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Estrategias internacionales como el programa SAGA (STEM and Gender Advancement) y el Premio L'Oréal-UNESCO para las mujeres en ciencia liderados por la UNESCO, así como el grupo de trabajo sobre género de la OCDE, hacen un seguimiento a los escenarios con infra representatividad de la mujer para producir datos, reportes y formular recomendaciones que orienten a los gobiernos y organizaciones internacionales para la generación de condiciones justas y equitativas para las niñas, jóvenes y mujeres en la ciencia y la tecnología.

El enfoque de género, en todo caso, hace parte de una perspectiva más amplia de inclusividad, definida como parte de la agenda de Objetivos de Desarrollo Sostenible que busca promover y hacer visible la participación de las niñas, jóvenes y mujeres en los escenarios científicos, así como otros segmentos poblacionales que por sus condiciones de vulnerabilidad se encuentran infrarepresentados en estos escenarios. En el contexto nacional, esta iniciativa ha dado los primeros pasos con el seguimiento a la Carta para Datos Inclusivos de la Alianza Global para el Desarrollo Sostenible de UNESCO, con la cual se incluirán progresivamente datos para el enfoque diferencial e interseccional además de género.

La **Tabla 4**, muestra el porcentaje de mujeres investigadoras para un grupo de 17 países, en su mayoría de América Latina, donde se hace visible el aumento progresivo de la participación de investigadoras en el sector CTel. Para el caso de Colombia, esta participación ha ido en aumento durante los últimos periodos y en la observación detallada se puede ver incluso superior en algunas áreas de conocimiento. La encuesta sobre iniciativas de políticas CTel de la OCDE (2023), menciona como proyecto relevante las mesas de trabajo para CTel en el sector agropecuario, formuladas para el periodo 2019 - 2027 y expone las iniciativas auto reportadas por Colombia para reducir la brecha de género así: agendas y planes nacionales y territoriales (70%), campañas de sensibilización (47%), financiación pública para investigación (29%), estancias de investigación, préstamos para posgrados y becas (27%), premios y reconocimientos (17%); y, redes y plataformas de colaboración (16%). Para más información sobre los indicadores de participación por sexo en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia, puede consultar el portal Sexo y Ciencia OCyT aquí: <https://capacidades.ocyt.org.co/>.

Tabla 4. Porcentaje de mujeres investigadoras, para los países seleccionados 2011 - 2020.

País	Porcentaje de mujeres investigadoras reportadas por año									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	52,63	52,49	52,48	53,13	52,50	53,11	53,76	53,34	53,14	53,45
Alemania	33,46	34,40	34,92	34,94	35,43	35,69	36,38	36,91	28,05	n.d.
Chile	30,77	30,97	34,33	31,48	33,02	33,07	34,43	34,16	34,80	34,88
Japon	15,35	15,89	16,23	14,70	15,25	15,70	16,18	16,56	16,87	17,47
Colombia	n.d.	n.d.	33,89	35,42	35,45	37,37	37,37	38,17	38,17	n.d.
Costa Rica	42,65	44,57	43,79	44,28	42,15	42,81	44,34	45,23	n.d.	n.d.
Cuba	48,74	48,36	47,07	48,17	51,54	48,05	49,00	49,01	41,83	42,27
El Salvador	37,15	38,18	38,82	37,88	40,36	39,21	38,63	39,83	40,00	n.d.

España	38,70	38,81	39,34	39,59	40,03	40,15	40,49	40,77	41,34	41,47
Guatemala	43,09	44,74	44,19	46,80	53,16	44,36	43,93	47,25	41,93	49,42
México	n.d.	32,76	33,02	34,59	34,75	33,68	33,45	33,21	33	32
Paraguay	52,52	51,68	n.d.	49,38	48,21	48,92	49,27	48,47	48,72	50,31
Perú	n.d.	n.d.	n.d.	31,60	31,89	30,49	30,65	30,66	31,33	31,15
Portugal	61,10	60,83	59,28	44,29	44,14	43,48	43,66	43,25	42,82	42,48
Reino Unido	33,35	35,63	36,93	37,41	38,59	38,67	38,75	38,60	38,99	n.d.
Trinidad y Tobago	48,76	43,76	49,68	54,64	53,64	49,75	55,91	56,49	56,40	51,20
Uruguay	49,50	49,32	49,02	49,15	49,28	49,44	49,68	49,33	49,91	50,57
América Latina y el Caribe	43,98	45,53	45,63	45,74	45,54	45,41	45,39	45,73	45,60	44,31

Fuentes: Para Alemania, Portugal, Japón y Reino Unido: OECD (<http://stats.oecd.org>); para los demás países y América Latina y el Caribe, RICYT (<http://www.ricyt.org/category/indicadores/>); para Colombia cálculos propios OCyT.

Fecha de consulta: Diciembre de 2022

Los valores se expresan en porcentajes.

Documentos científicos indexados en SCOPUS por cada 100.000 habitantes

La mirada al impacto de la investigación inicia por el impacto al desarrollo del conocimiento. El indicador de documentos científicos indexados en Scopus hace seguimiento a la capacidad de los sistemas de CTel para contribuir a áreas de estudio específicas mediante la generación de conocimiento. Esta mirada, por supuesto se complementa con el impacto a la innovación y a la sociedad en la categoría de relación sociedad-ciencia. La **Tabla 5** presenta este indicador de resultado para un grupo de

países seleccionados tomando como fuente el reporte consolidado de la RICYT y el portal de datos estadísticos de la OCDE.

Canadá, Estados Unidos, España y Portugal continúan en los mejores lugares de producción académica indexada en SCOPUS. Portugal destaca particularmente por la atención que han hecho al incremento de investigadores en los últimos siete años que se en las cifras reportadas por la OCDE. En la región, Chile y Uruguay encabezan los valores de documentos indexados con cifras superiores al promedio. Para el caso colombiano, con valores bajos de recursos registrados en SCOPUS por cada 100 mil personas, se muestra una tendencia creciente y sostenida con un crecimiento de 10 puntos en los últimos cuatro años.

Tabla 5. Documentos SCOPUS por cada 100.000 habitantes para países seleccionados, 2016 - 2020.

País	Número de documentos reportados por SCOPUS por año				
	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	32,20	32,78	34,29	33,2	36,72
Bolivia	3,30	2,87	3,56	3,73	4,68
Brasil	37,13	39,05	41,27	42,2	44,66
Canadá	309,17	311,14	316,05	316,61	319,93
Chile	74,73	74,81	82,05	85,84	94,86
Colombia	22,27	24,48	28,23	30	32,63
Costa Rica	21,19	23,23	25,20	27,76	30,29
Cuba	18,59	18,27	19,12	19,25	21,82
Ecuador	15,34	21,88	27,76	30,67	33,75
España	200,61	205,79	211,53	216,14	237,78
Estados Unidos	216,91	220,38	221,98	217,79	213,97
México	19,23	20,28	21,41	23,09	24,43
Panamá	13,76	15,03	16,07	19,34	19,49
Paraguay	3,73	4,77	3,89	5,87	6,61
Perú	8,42	9,49	11,11	13,86	18,36
Portugal	250,40	257,86	272,41	295,82	315,36
Puerto Rico	22,46	26,44	27,82	26,67	29,95
Trinidad y Tobago	32,89	33,38	34,71	34,71	36,79
Uruguay	46,38	45,92	53,18	55,67	57,88
Venezuela	5,27	5,75	5,07	5,11	4,68

América Latina y el Caribe	23,01	24,22	25,81	26,75	28,73
----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: RICYT (<http://www.ricyt.org/category/indicadores/>)

Fecha de consulta: Diciembre de 2022

Porcentaje de Instituciones de Educación Superior (IES) que reportaron movilidad internacional al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES)

Los indicadores de movilidad reportados por las Instituciones de Educación Superior (IES) al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) dan cuenta de las acciones y priorizaciones de las instituciones para generar y fortalecer redes de colaboración con otras instancias similares. Estos indicadores son muy pertinentes a la luz de las necesidades de implementación de la política de ciencia abierta, las recomendaciones de internacionalización de la investigación y el avance en la diplomacia científica. En la internacionalización de la CTel desde las IES, la movilidad académica agrupa los procesos de interacción con pares que buscan la conformación de comunidades científicas transnacionales, fomentando la producción de nuevo conocimiento, estrategias de difusión y comercialización internacionales. Desde el contexto de diplomacia científica, la movilidad académica apoya la vinculación del conocimiento científico con la toma de decisiones a escala internacional y la articulación de producción de ciencia, tecnología e innovación desde cooperación científica internacional.

La **Tabla 6** muestra el reporte de movilidad internacional general que realizan las instituciones de educación superior al SNIES. Este reporte incluye los datos de salidas y entradas en distintos tipos de movilidad donde la participación de docentes y estudiantes en actividades académicas fuera del país ha sido mayor a la participación de docentes y estudiantes extranjeros en Colombia. La **Tabla 6** permite ver también la caída en actividades de movilidad correspondientes a las restricciones ocasionadas por la pandemia y pospandemia por COVID-19.

Tabla 6. Porcentaje de instituciones de educación superior (IES) que reportaron movilidad internacional al SNIES, 2015 - 2021.

Tipo de población	Tipo de movilidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Estudiantes	Movilidad saliente	54,58	56,20	45,83	55,03	60,33	47,32	45,97
	Movilidad entrante	42,86	37,23	40,70	57,72	52,67	42,28	42,28
Docentes	Movilidad saliente	28,94	52,55	47,11	57,72	61,33	41,61	39,93
	Movilidad entrante	26,37	46,35	44,23	52,01	59,67	39,26	38,59

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), 2022.

Fecha de consulta: octubre de 2022

Nota: Por movilidad académica entrante se entiende la realización de curso corto, curso de español, misión, pasantía o práctica y rotación médica.

Los cálculos se realizaron con base en el total de IES que registra SNIES para cada uno de los años. A partir del año 2016 el registro de esta información fue obligatorio para SNIES.

Movilidad saliente de estudiantes según los 15 países principales de destino

La **Tabla 7** muestra el reporte de salida de estudiantes para participar en actividades académicas fuera del país. La serie, que incluye el reporte para los últimos cinco años, evidencia como principales países de destino a México, España, Estados Unidos y Brasil con su respectiva caída debido a las restricciones sufridas durante los años 2020 y 2021 debido a la pandemia y postpandemia. Este indicador es reportado por el Ministerio de Educación Nacional y desde el año 2019 se ha convertido en reporte obligatorio para las IES.

Tabla 7. Movilidad saliente de estudiantes según los 15 países principales de destino, 2017 - 2021.

País	Número de estudiantes con movilidad académica reportados por año				
	2017	2018	2019	2020	2021
Alemania	293	256	573	353	182
Argentina	436	400	559	320	355
Australia	95	43	85	64	7
Brasil	538	409	779	517	115
Canadá	124	66	120	103	39

Chile	309	432	435	185	49
Costa Rica	18	68	187	18	29
Cuba	41	58	85	13	n.d.
Ecuador	89	353	328	141	46
España	861	1.593	2.267	1.344	978
Estados Unidos	653	845	1.316	758	675
Francia	405	336	539	663	268
Italia	124	166	334	252	94
México	1.331	1.975	3.088	2.058	863
Panamá	68	247	485	373	34
Perú	232	262	522	267	195

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), 2022.

Fecha de consulta: octubre de 2022

Nota: Por movilidad académica saliente se entiende la realización de asistencia a eventos, curso corto, doble titulación, misión, pasantía o práctica, rotación médica y semestre académico de intercambio. Los cálculos se realizaron con base en el total de IES que registra SNIES para cada uno de los años. A partir del año 2016 el registro de esta información fue obligatorio para SNIES.

Movilidad saliente de docentes según los 15 países principales de destino, 2017 - 2021

La **Tabla 8** presenta los datos de movilidad académica de docentes reportados por las IES para los últimos cinco años. La **Tabla 8** evidencia como destinos de mayor movilidad a México, España, Estados Unidos, Perú y México con cambios para los años 2020 y 2021 donde se pueden identificar la recuperación de algunos de destinos específicos. Es importante mencionar que uno de los cambios relevantes en la movilidad académica desde la pandemia es la mayor posibilidad de participación en actividades académicas on-line que se ha mantenido, con lo cual el Ministerio de Educación Nacional ha iniciado una estrategia de promoción del país como destino académico para programas de pregrado y posgrado además de las actividades de investigación.

Tabla 8. Movilidad saliente de docentes según los 15 países principales de destino, 2017 - 2021.

País	Número de docentes con movilidad académica				
	2017	2018	2019	2020	2021
Alemania	210	211	185	22	63
Argentina	502	541	397	72	150
Brasil	429	525	363	76	92
Chile	358	369	293	64	85
Costa Rica	110	174	135	27	74
Cuba	200	212	231	31	1
Ecuador	266	380	297	53	107
España	1085	1176	676	186	307
Estados Unidos	1013	1074	532	130	206
Francia	260	229	231	39	47
Italia	242	256	206	44	40
México	995	1157	718	179	551
Panamá	141	139	163	13	52
Perú	413	361	372	69	142
Reino Unido	145	158	178	27	29
Venezuela	46	50	37	14	n.d.

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), 2016-2021

Fecha de consulta: octubre de 2022

Nota: Por movilidad académica entrante de docentes se entiende la realización de curso corto, estancia de investigación, misión, asistencia a eventos, profesor y profesor visitante. Los cálculos se realizaron con base en el total de IES que registra SNIES para cada uno de los años. A partir del año 2016 el registro de esta información fue obligatorio para SNIES.

Movilidad saliente de estudiantes por tipo de movilidad

La **Tabla 9** presenta los tipos de actividades académicas que desarrollan los estudiantes colombianos fuera del país. Aunque los datos presentan cambios correspondientes al periodo 2020 - 2021 debido a las restricciones para viajes internacionales por la pandemia y postpandemia, se puede ver un incremento de casi cinco veces en el desarrollo de cursos cortos. Este incremento es relevante para el fortalecimiento de capacidades internas específicas y la posibilidad de generación de redes de colaboración.

Tabla 9. Movilidad saliente de estudiantes por tipo de movilidad, 2017 - 2021.

Tipo de movilidad	Número de estudiantes con movilidad académica reportados por año según tipo de movilidad				
	2017	2018	2019	2020	2021
Curso corto	462	1.939	2.591	463	2.024
Misión	381	797	1.327	231	
Pasantía o práctica	1.864	1.715	2.476	1.835	463
Rotación Médica	341	283	420	249	30
Semestre académico de Intercambio	2.521	2.485	4.102	4.060	620
Doble Titulación	243	242	533	620	320
Asistencia a eventos	481	631	1.247	684	690
Total	6.293	8.092	12.696	8.142	11.758

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), 2022.

Fecha de consulta: octubre de 2022

Nota: Por movilidad académica saliente se entiende la realización de asistencia a eventos, curso corto, doble titulación, misión, pasantía o práctica, rotación médica y semestre académico de intercambio. Los cálculos se realizaron con base en el total de IES que registra SNIES para cada uno de los años. A partir del año 2016 el registro de esta información fue obligatorio para SNIES.

Índice Global de Innovación

El índice Global de Innovación es calculado por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual OMPI (World Intellectual Property Organization WIPO) con el objetivo de observar el desempeño de 132 países, el estado de la innovación y la capacidad de crecimiento desde esta. La OMPI (WIPO por su sigla en inglés) es una agencia especializada de las Naciones Unidas dedicada a la promoción de la innovación y la creatividad para el desarrollo económico, social y cultural de los países, esta agencia fue establecida con el mandato de promover la protección de la propiedad intelectual mediante acciones de cooperación internacional.

El Índice de Innovación Global 2022 (Global Innovation Index GII) se centró en las tendencias de innovación global en el contexto de la pandemia de COVID-19 y la desaceleración del crecimiento de la productividad. La **Tabla 10** muestra el índice de innovación de 15 países seleccionados durante los últimos cinco años incluyendo el reporte de la WIPO para el año 2022 donde la misma organización resalta el nivel de resiliencia frente al periodo de pandemia y pospandemia por COVID-19. En el Informe

del GII para 2022 se destaca el crecimiento de la innovación desde la biotecnología, la nanotecnología, la exploración de nuevos materiales y el desempeño en los sectores de salud, alimentación, medio ambiente y movilidad.

En el contexto de América Latina, Chile se ubica en el renglón 50 del ranking global, seguido por Brasil en el lugar 54, México en el lugar 58, Colombia en el renglón 63, Perú en el 65 y Argentina en el 69. El Informe destaca el progreso de Colombia y Argentina para el último periodo, aunque es claro que su avance es modesto en relación con el avance global. En indicadores específicos para el cálculo del índice, Chile lidera el segmento de infraestructuras y productos de conocimiento y tecnología mientras que Brasil lidera el segmento de sofisticación de negocio. El reporte destaca la prioridad de la innovación en ciencia y tecnología en Colombia como medio para la transición energética y la promoción de una economía sostenible e inclusiva.

Tabla 10. Índice Global de Innovación para países seleccionados, 2018 – 2022

País	Índice de innovación anual				
	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina	30,7	31,95	28,3	29,8	28,7
Bolivia	22,9	24,76	22,4	23,4	n.d.
Brasil	33,4	33,82	31,9	34,2	32,5
Canadá	53	53,88	52,3	53,1	50,8
Chile	37,8	36,64	33,9	35,1	34
China	53,19	54,8	53,3	54,8	55,3
Colombia	33,8	33	30,8	31,7	29,2
Costa Rica	35,7	36,13	33,5	34,5	28,7
Ecuador	26,8	26,56	24,1	25,4	20,3
España	48,7	47,85	45,6	45,4	44,6
Estados Unidos	59,8	61,73	60,6	61,3	61,8
México	35,3	36,06	33,6	34,5	31
Portugal	45,7	44,65	43,5	44,2	42,1
Suiza	68,4	67,24	66,1	65,5	64,6
Uruguay	34,2	34,32	30,8	32,2	29,2

Fuente: Global Innovation Index <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>;
https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021_exec.pdf y
<https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2022-en-main-report-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf>

Fecha de consulta: Enero 2023

Patentes solicitadas y concedidas por oficinas nacionales de patentes y a través del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT)

Las patentes son mecanismos para el fomento de las invenciones que garantizan recursos por su explotación al otorgar monopolio temporal a su titular y una manera de hacer pública la transferencia de conocimiento e incidir en la producción continua de innovación desde la ciencia y la tecnología. La Organización Mundial de Propiedad Intelectual OMPI (World Intellectual Property Organization WIPO) define una patente como un set de derechos exclusivos amparados por la ley para las invenciones nuevas, no obvias y comercialmente aplicables (WIPO, 2022b). La observación sobre propiedad intelectual es conducida por la OMPI con el objetivo de desarrollar un sistema de información y protección balanceado y efectivo sobre el desarrollo de la propiedad intelectual en patentes, marcas registradas, diseños industriales, variedades vegetales y economía creativa principalmente.

Para la **Tabla 11** se incluyeron los datos de solicitudes y asignaciones totales de patentes para 15 países seleccionados durante los últimos tres años. En el contexto global, la OMPI destaca el aumento del 1,6% en la solicitud de patentes siendo China quien lidera este crecimiento con 6,9% de diferencia respecto al año anterior, mientras que en América Latina, Brasil y México lideran la solicitud de patentes. El Informe de Indicadores de Propiedad Intelectual para 2022 ubica a Colombia en el lugar 39 de solicitud de patentes, el lugar 29 en registro de marcas y el 56 en diseños industriales. Este reporte enfatiza el hecho de que sólo el 33,7% de las solicitudes en el mundo incluyen al menos una mujer y solo un 16,5% de las invenciones son lideradas por mujeres, con lo cual la brecha de género en el contexto de la innovación y transferencia de conocimiento siguen siendo muy elevadas en el promedio global. La participación y liderazgo de las mujeres inventoras es relevante en áreas como biotecnología (29,5%), ingeniería de alimentos (29,4%), farmacéutica (28,6%) y química orgánica (25,2%).

Tabla 11. Patentes solicitadas y concedidas en oficinas nacionales de patentes y PCT, según países seleccionados, 2019 – 2021

País	2019		2020		2021	
	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas
Argentina	7.702	2.177	3.492	2.337	3.669	2.298
Brasil	25.396	10.947	24.338	20.407	24.232	26.872
Canadá	36.488	22.009	34.565	21.284	37.155	22.687
Chile	3.237	1.490	2.805	2.904	3.082	2.379

China	1.400.661	452.804	1.497.159	530.127	1.585.663	695.946
Colombia	2.157	1.630	2.121	1.075	2.287	1.263
Costa Rica	499	191	n.d.	n.d.	581	130
Ecuador	437	17	407	9	408	17
El Salvador	148	117	147	67	146	58
España	1.447	1.272	1.555	641	1.434	716
Estados Unidos	621.453	354.430	597.172	351.993	591.473	327.307
Honduras	187	85	161	40	188	92
México	15.941	8.702	14.312	7.726	16.161	10.369
Perú	1.259	713	1.267	501	1.235	571
Trinidad y Tobago	1.447	68	112	67	151	40
América Latina y el Caribe	55.700	354.430	52.200	36.100	54.800	45.900

Fuente: OMPI (World Intellectual Property Organization, <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm>)

Fecha de consulta: Diciembre 2022

Referencias

- EC-OECD (2023), STIP Compass: International Database on Science, Technology and Innovation Policy (STIP), edition March 19, 2023, <https://stip.oecd.org>
- OECD (2018). Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental, OECD Publishing, Paris/FEYCT, Madrid, <https://doi.org/10.1787/9789264310681-es>.
- OECD (2022). Portal de datos OECD Organisation for Economic Co-operation and Development. OCDE. <http://stats.oecd.org>
- OECD (2023). Edición 2023 de la Encuesta STIP CE-OCDE. Recuperado de: <https://stip.oecd.org/stip/interactive-dashboards/countries/Colombia>
- OECD (2023). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0b55736e-en>.
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT). <http://www.ricyt.org/category/indicadores>
- The Inclusive Data Charter (2021). The Global Partnership for Sustainable Development Data. Recuperado de: <https://www.data4sdgs.org/initiatives/inclusive-data-charter>
- World Intellectual Property Organization (WIPO) (2022). Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth? Geneva: WIPO. DOI 10.34667/tind.46596
- World Intellectual Property Organization (WIPO) (2022). World Intellectual Property Indicators 2022. Geneva. WIPO. DOI:10.34667/tind.47082
- World Intellectual Property Organization WIPO (2021). Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis. Geneva: World Intellectual Property Organization
- World Intellectual Property Organization WIPO (2021). World Intellectual Property Indicators 2021. Geneva: World Intellectual Property Organization

Nota metodológica

Para el desarrollo de este documento se han consultado y seleccionado un conjunto de indicadores de las plataformas de datos: OECD Stat de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) y el portal de datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).

Abreviaturas

ACTI Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación

CTel Ciencia, Tecnología e Innovación

DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas

I+D Investigación y Desarrollo

I+D+i Investigación, Desarrollo e Innovación

I+I Investigación e Innovación

IES Instituciones de Educación Superior

MEN Ministerio de Educación Nacional

MinCiencias Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OCyT Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

PIB Producto Interno Bruto

PIOM Política de innovación orientada por misiones

PND Plan Nacional de Desarrollo

POM política orientada por misiones

SGR Sistema General de Regalías

SNCTI Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

SNCyT Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

SNI Sistema de nacional de innovación

SNIES Sistema Nacional de Información en Educación Superior



Mabel Ayure Urrego
Área Política Científica y
Relaciones Internacionales

mayure@ocyt.org.co

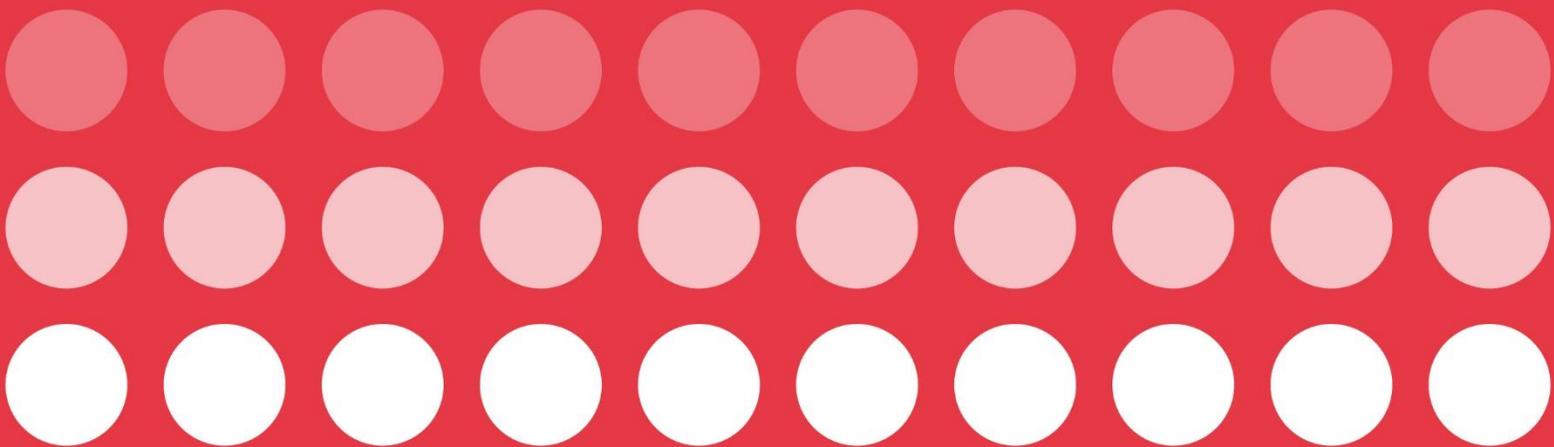
Doctora en Comunicación con investigación en prácticas de comunicación pública de la ciencia de la Universitat Autònoma de Barcelona; Máster en Comunicación Digital con investigación en contenidos digitales para la educación y ciencias sociales de la Universitat Autònoma de Barcelona. Experiencia profesional en la formulación, diseño y ejecución de proyectos que involucran la ciencia, tecnología e innovación en interacción con la educación, comunicación científica, centros de ciencia, política para la educación científica y enfoque STEAM.



Mariana Granados Cortés
Asistente de Política Científica y
Relaciones Internacionales

mgranados@ocyt.org.co

Estudiante de último semestre de Ciencia Política y de Relaciones Internacionales y de mención interdisciplinaria en Gestión y Desarrollos Urbanos. Lideresa del semillero de investigación Imaginarios por la Paz. Joven investigadora innovadora del Área de Política Científica del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Experiencia como docente auxiliar, asistente de investigación y consultora de comunicaciones.



CAPÍTULO 9

POLÍTICA CIENTÍFICA

Capítulo 9 · Política científica

Enfoque educativo STEM+ y desarrollo de territorios científicos: relaciones de la política pública educativa y científica

Autoras: Mabel Ayure Urrego, Mónica Elvira Rodríguez

Durante los últimos tres años el Ministerio de Educación Nacional (MEN) trabajó en la formulación de un modelo conceptual y metodológico para la implementación del enfoque educativo STEM (por su sigla en inglés Science, Technology, Engineering, Mathematics) en el país. El modelo Colombia Territorio STEM+ articuló el trabajo focalizado con 21 entidades territoriales certificadas para la consolidación de sus iniciativas de Territorios STEM+. Este ejercicio se suma a las iniciativas de Medellín (STEM+H y Ser +STEM), Bogotá (Bogotá Territorio STEM) y Sabana Centro (Municipio de Chía y entorno) que han formulado e iniciado sus modelos metodológicos para la implementación del enfoque educativo STEM en sus respectivos sistemas educativos. En conjunto, estas iniciativas de Territorios STEM proponen el desarrollo de ecosistemas de innovación educativa donde el objetivo principal es propiciar y fortalecer la interacción de los actores del sector educativo con actores del sector gubernamental, productivo, cultural y ciudadano para fortalecer los procesos educativos.

El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) ha tenido la oportunidad de liderar el desarrollo de estudios técnicos para Bogotá Territorio STEM y el desarrollo de la Cartografía de la Red STEM Latam que reúne 43 iniciativas de Territorios STEM/STEAM/STEM+ de siete países de América Latina; la observación de estas iniciativas ha permitido identificar aspectos de la relación entre los instrumentos de política pública educativa y científica, que pueden contribuir al desarrollo del concepto de territorio científico.

Este capítulo tiene como objetivo presentar aspectos relevantes para la interacción de los instrumentos de política pública educativa y científica desde la selección de diez indicadores de referencia del sector educativo y algunos elementos del modelo Colombia Territorio STEM+. Para la selección de este conjunto de indicadores, se han tomado como referencia: i) el Reporte anual Education at a Glance (REAG) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE sobre el estado de la educación

de manera global que incluye datos sobre infraestructura, recursos financieros, actores, ambientes de aprendizaje y desempeño de los sistemas educativos en los países miembros y otras economías asociadas; ii) el portal de información para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” del Instituto de estadística de UNESCO (UIS) donde se pueden consultar los datos reportados para el avance de actividades en este objetivo desde los ministerios de educación y gobiernos nacionales; y, iii) los datos abiertos para educación básica y media del Ministerio de Educación Nacional MEN.

Características del sector educativo colombiano desde el panorama global

Pensar el desarrollo de territorios científicos implica el fortalecimiento de ecosistemas de innovación, en este caso, de innovación educativa, donde las capacidades de los actores que lo componen permiten la generación de respuestas a las necesidades del contexto desde la producción de nuevo conocimiento. En ese sentido, los instrumentos de política pública para la implementación del enfoque educativo STEM se preocupan por la continuidad en la trayectoria educativa de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes para integrar dichos ecosistemas de innovación. Según el REAG, para el año 2021 el 30,5% de los ciudadanos colombianos con edades entre 25-34 años obtuvo un título de educación terciaria frente al 46,9% promedio para los ciudadanos de países OCDE. Dentro de este grupo, 34,5% son mujeres mientras que para la OCDE el promedio es de 53,4%, lo cual evidencia la diferencia en porcentaje de capacidades disponibles para la generación de nuevo conocimiento y reitera la brecha de participación de las mujeres en los entornos de innovación evidente en todas las áreas de conocimiento.

Otro dato incluido en el REAG para Colombia, es el porcentaje de jóvenes que terminan la educación secundaria e ingresan a un programa universitario. Para el año 2020, este porcentaje fue 27,4% en tanto que el promedio para países de la OCDE es de 42,3%. De este grupo, el 51,1% de los estudiantes ingresaron a instituciones de educación superior públicas (el promedio de los países OCDE es 70,7%) y el 48,9% restante a instituciones de educación superior privadas (el promedio de los países OCDE es 31%). La observación de la continuidad entre la educación básica y media y la formación técnica o profesional remite a la observación de los procesos educativos que promueven la permanencia, la motivación y la disponibilidad de alternativas para que los estudiantes continúen su proceso formativo y por tanto se generen mayores capacidades en los territorios.

Para el inicio de la trayectoria educativa el reporte REAG indica que el 77% de las niñas y niños colombianos entre 3 y 5 años están matriculados en programas de educación inicial (el promedio de la OCDE es 83%), de los cuales 20% han ingresado a instituciones educativas privadas. El porcentaje de adolescentes y jóvenes mujeres que obtienen el grado de bachillerato es de 52%, muy cercano al 55% promedio de los países de la OCDE. Uno de los datos de énfasis del reporte es que los trabajadores que han concluido el bachillerato ganan 46% más que quienes no lo hicieron y, quienes terminan una carrera universitaria pueden ganar cuatro o cinco veces más. Estas características del desarrollo del sector educativo evidencian la relevancia de las estrategias que promueven el desarrollo de los ecosistemas de innovación educativa, que serán los que den paso y continuidad a los sistemas territoriales de innovación como base del concepto de territorio científico.

La **Tabla 1**, presenta los recursos financieros destinados a la educación en Colombia para los últimos seis años mostrando la estabilidad de esta asignación. El REAG destaca que para el año 2019, Colombia destinó 4,51% del producto interno bruto (PIB) al gasto en educación, frente al promedio de 5,7% de los países de la OCDE. Este porcentaje marca una diferencia alta en relación con el nivel de recursos asignado a las actividades de ciencia, tecnología e innovación. El REAG 2022 destaca además el porcentaje del gasto público dedicado a la provisión del servicio educativo desde primaria hasta la educación terciaria, donde Colombia destinó 9,2%, cercano al 10,6% promedio para los países OCDE. Este indicador representa aproximadamente USD 3.729 por estudiante de primaria y USD 3.744 por estudiante de secundaria en Colombia, donde el 21% de los recursos provienen del sector privado. En contraste, el promedio de los países de la OCDE es USD 9.923 por estudiante de primaria y USD 11.400 por estudiante de secundaria donde el 10% de los fondos proviene del sector privado. Este indicador evidencia la relevancia de la participación del sector privado en la financiación de los procesos educativos en Colombia y por tanto, la relevancia de la participación de estos actores en los ecosistemas de innovación educativa territoriales.

Tabla 1. Inversión en educación en Colombia

Recursos destinados a educación	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gasto público en educación como porcentaje del PIB (%)	4,47	4,48	4,54	4,45	4,51	5,24
Gasto público en educación como porcentaje del gasto total del gobierno (%)	14,29	14,93	15,47	12,84	13,72	15,63

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de indicadores para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 SDG4 del Instituto de Estadística de UNESCO -UIS que incluye datos reportados para el avance en este objetivo entre los años 2000 y 2022 . El portal puede consultarse en: <http://sdg4-data.uis.unesco.org/>

Información actualizada en marzo de 2023.

La **Tabla 2**, presenta el porcentaje de finalización de la educación básica y media en ambos sexos. Este porcentaje es un indicador relevante ya que Colombia reconoce como nivel educativo mínimo el bachillerato como requisito para ingresar de manera oficial al entorno laboral. En este indicador Colombia presenta un 25% aproximado de no terminación de la educación secundaria, frente al promedio de 14% de los países OCDE. Para la implementación del enfoque educativo STEM, este indicador pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las estrategias de permanencia para la finalización del proceso de formación básica, junto con estrategias que conecten la finalización de dicho ciclo académico con oportunidades de formación técnica y/o superior, además de mecanismos de formación en los primeros trabajos. La serie muestra como el paso de la educación primaria a la secundaria continúa siendo el momento de mayor deserción que se mantiene en los últimos años de la educación secundaria.

Tabla 2. Tasas de finalización de la educación básica y media.

Nivel educativo	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tasa de finalización, educación media, ambos sexos (%)	69,18	70,06	71,60	71,95	71,99	73,55	73,88
Tasa de finalización, educación secundaria, ambos sexos (%)	74,11	76,67	76,00	76,62	78,09	77,89	79,67
Tasa de finalización, educación primaria, ambos sexos (%)	91,96	92,35	92,67	93,03	93,62	93,52	94,30

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de indicadores para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 SDG4 del Instituto de Estadística de UNESCO -UIS que incluye datos reportados para el avance en este objetivo entre los años 2000 y 2022 . El portal puede consultarse en: <http://sdg4-data.uis.unesco.org/>

Información actualizada en marzo de 2023.

En la **Tabla 3** se muestran los porcentajes de niñas, niños, adolescentes o jóvenes que, en correspondencia con su edad, no participan en los servicios del sistema educativo. El REAG 2022 afirma que, en Colombia, el 29% de los jóvenes entre los 18 y los 24 años participan de algún tipo de programa o servicio educativo o de entrenamiento técnico posterior a la educación secundaria, frente al 54% de promedio para los países OCDE.

El REAG 2022 especifica que, para Colombia, 8% de ese grupo de jóvenes, combina sus actividades de entrenamiento o formación con una actividad laboral. Esto evidencia la necesidad de fomentar aproximaciones a las problemáticas del contexto desde la educación básica que puedan promover la participación en el sistema educativo. Las series muestran la disminución de la deserción escolar desde el año 2015 para la

educación básica primaria y la secundaria hasta el grado 11 pero sigue evidenciando un porcentaje superior al 10% de adolescentes y jóvenes que no participan en el sistema educativo de ninguna forma y por tanto pierden la mayoría de oportunidades de formación de capacidades.

Tabla 3. Tasa de deserción escolar por nivel educativo en Colombia.

Nivel educativo	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tasa de deserción escolar de jóvenes en edad de asistir a la escuela secundaria, ambos sexos (%)	20,07	18,11	19,95	20,99	n.d.	16,87	13,74
Tasa de deserción escolar de adolescentes en edad de cursar el primer ciclo de secundaria, ambos sexos (%)	7,97	8,37	7,50	5,91	3,34	0,93	0,70
Tasa de deserción escolar de niños en edad de asistir a la escuela primaria, ambos sexos (%)	3,62	4,58	2,65	2,28	0,94	1,18	1,15

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de indicadores para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 SDG4 del Instituto de Estadística de UNESCO -UIS que incluye datos reportados para el avance en este objetivo entre los años 2000 y 2022 . El portal puede consultarse en: <http://sdg4-data.uis.unesco.org/>

Información actualizada en marzo de 2023.

En la **Tabla 4**, se muestra el porcentaje de profesores con el nivel de cualificación mínima para desempeñarse en cada nivel educativo. El indicador evidencia el nivel de competencia de los profesores de las iniciativas de territorios STEM. Para el año 2021, el REAG presenta un promedio de 950 horas de trabajo anuales de los profesores de primaria dedicadas a las actividades escolares, frente al promedio de 784 horas de dedicación de los profesores de países OCDE. Para la educación básica secundaria y media, los promedios de dedicación de horas anuales son 836 y 190 respectivamente, frente al promedio de 711 y 190 de los países OCDE. Estas diferencias se explican principalmente con el tamaño de los grupos escolares y con el hecho de que los profesores atienden distintos tipos de necesidades y actividades en las instituciones educativas públicas que incluyen las relacionadas con las bibliotecas escolares, servicios de alimentación y otros.

Desde el concepto de ambientes de aprendizaje innovador de la OCDE (2017), los profesores son los mediadores del ecosistema donde también participan actores sociales, culturales, del sector de investigación, productivo y gubernamental; de forma paralela, la agenda educativa 2030 (OCDE, 2018) y el ODS4 hacen énfasis en la disponibilidad y aumento de profesores cualificados para los servicios educativos que puedan contribuir

efectivamente en el cierre de brechas y aportar en las transformaciones sociales. Las series de la **tabla 4** evidencian un faltante aproximadamente 5% de profesores con cualificación mínima para el nivel de primaria y de aproximadamente 2% para educación secundaria.

Tabla 4. Recursos humanos disponibles para la enseñanza en educación básica y media.

Nivel educativo	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Proporción de docentes con las calificaciones mínimas requeridas en educación media, ambos sexos (%)	98,12	98,49	98,70	n.d.	99,26	98,67	98,09
Proporción de docentes con las calificaciones mínimas requeridas en educación secundaria, ambos sexos (%)	97,29	98,01	98,19	n.d.	99,11	97,99	97,15
Proporción de docentes con las calificaciones mínimas requeridas en educación primaria, ambos sexos (%)	94,03	94,85	94,72	n.d.	97,49	98,65	94,40

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de indicadores para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 SDG4 del Instituto de Estadística de UNESCO -UIS que incluye datos reportados para el avance en este objetivo entre los años 2000 y 2022 . El portal puede consultarse en: <http://sdg4-data.uis.unesco.org/>

Información actualizada en marzo de 2023.

Colombia Territorio STEM+

El documento Visión STEM+ (MEN, 2022) define la educación STEM como un enfoque educativo que brinda oportunidades de aprendizaje activo integrando diversas áreas de conocimiento y adquiriendo competencias para la vida que responden al contexto. La iniciativa previa de Medellín SER+STEM se centra en fortalecer la cultura basada en la generación, apropiación y divulgación del conocimiento e investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación y aprendizaje permanentes, donde el signo + representa a las ciencias humanas y el arte. Por su parte, Bogotá Territorio STEM se define como “una iniciativa de impacto colectivo que promueve articula y facilita la materialización de experiencias de aprendizaje con enfoque STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas por sus siglas en inglés), como instrumento para desarrollar en la ciudadanía las capacidades, competencias y habilidades necesarias para resolver los grandes desafíos que enfrentan las sociedades del siglo XXI” (Portal Red Académica, 2023).

Los ejercicios de Medellín (declarado Territorio STEM+H en 2019) y Bogotá (declarado Territorio STEM en 2021) priorizan la articulación de capacidades y acciones de los actores del territorio que compartan la visión sobre el potencial del enfoque STEM como eje de transformación de la educación y el contexto. Tal articulación convoca a los actores educativos, del sector productivo, cultural y de la ciudadanía principalmente. El modelo desarrollado por el Ministerio de Educación Nacional se centra en las secretarías de educación como núcleos de desarrollo y gestión para los ecosistemas de innovación educativa. Esta figura se enmarca en el concepto de entidad territorial certificada, que de acuerdo con el Decreto 1851 de 2015 se definen como entidades político-administrativas como Departamentos, Municipios, Distritos o Territorios Indígenas encargados de proveer los servicios educativos básicos de su territorio específico. En las responsabilidades de las entidades territoriales certificadas se incluye generar y garantizar el acceso al servicio de educación pública, optimizar los recursos territoriales para la prestación de dicho servicio y garantizar las condiciones favorables para el desarrollo de los procesos pedagógicos de calidad. En complemento a esto, las secretarías de educación actúan como puntos convergentes o contenedores de la gobernanza de la ciencia, la tecnología y la innovación en conjunto con las secretarías para la apropiación TIC y las secretarías de desarrollo económico en muchos municipios.

El ejercicio del MEN se focaliza en un grupo de 21 secretarías de educación, en adelante, entidades territoriales certificadas (ETC), para las cuales se han seleccionado seis indicadores de referencia que permiten conocer algunas de las características del sector educativo en dichos territorios como ecosistemas de innovación educativa y claves para pensar el desarrollo y fortalecimiento de territorios científicos. En las siguientes tablas se muestran los indicadores seleccionados para las 21 secretarías seleccionadas y se adicionan las iniciativas previas de territorios STEM de Medellín, Bogotá y Chía en representación del Territorio STEM Sabana Centro.

La **Tabla 5** muestra el indicador de cobertura del servicio educativo, seleccionado como indicador de referencia en el ODS4 (garantizar el acceso y participación en los procesos educativos de calidad). Este indicador se refleja en la priorización que realizan instrumentos de política pública como los planes de desarrollo departamentales y el objetivo principal de la estrategia Colombia Territorio STEM+ para potenciar la transformación educativa de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes en sintonía con los desafíos de la cuarta revolución industrial, las industrias creativas y culturales, el bienestar social y la producción de conocimiento científico e innovación (MEN, 2022). Las series muestran la progresión de cobertura del sistema educativo haciendo referencia al porcentaje de capacidad e infraestructura disponible en relación con la población infantil y juvenil reportada por territorio (razón por la cual en algunos casos se reporta como superior al 100%). Aún así, el indicador presenta variaciones significativas en el año de

pandemia y posterior, debidas a las dificultades de conectividad para los estudiantes que seguían el proceso educativo desde sus casas. La variación en este indicador plantea la necesidad de generar estrategias en el desarrollo de los territorios STEM que puedan garantizar la cobertura y desarrollo de modelos híbridos para los servicios educativos, así como movilizar a las familias y otros actores en el proceso.

Tabla 5. Cobertura de los servicios de educación para las entidades territoriales que inician la implementación del enfoque educativo STEM+

Entidad territorial certificada	Porcentaje de cobertura anual						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Armenia	82.88	82.05	80.08	97.75	96.03	89.04	79.8
Barranquilla	93.18	97.83	99.39	101.01	112.32	n.d.	87
Bogotá	81.77	80.26	79.45	96.51	96.99	95.89	90.05
Boyacá	78.67	78.28	77.83	91.45	107.53	90.6	93.8
Caldas	76.74	75.09	73.51	90.42	101.26	96.85	90.96
Cartagena	96.39	95.76	97.3	106.59	94.77	98.15	98.04
Cesar	101.29	105.13	106.54	90.99	55.51	108.68	96.94
Chía	100.65	101.93	102.22	117.59	81.81	80.89	103.28
Envigado	68	66.53	64.24	96.96	77.78	86.86	90.17
Ibagué	85.89	85.4	84.26	103.01	105.05	103.94	102.22
Itagüí	73.06	71.99	70.93	87.69	108.45	89.7	n.d.
Lorica	88.33	88.94	87.9	104.04	91.84	86.49	93.99
Manizales	82.89	81.81	79.94	81.78	96.8	94.65	95.3
Medellín	105.21	103.18	101.16	96.88	96.64	97.11	91.45
Mosquera	127.2	131.33	131.75	99.18	88.15	90.37	109.61
Pereira	96.32	95.7	95.64	107.59	104.65	108.89	107.34
Popayán	102.75	107.27	107.86	98.34	90.61	106.6	79.09
Quindío	80.82	77.4	75.27	99.01	102.52	78.04	78.46
Risaralda	78.7	77.76	77.26	92.32	81.6	79.53	65.43
Sabaneta	125.06	128.11	128.53	93.5	88.56	60.14	96.17
Soacha	88.85	91.23	96.11	88.86	91.23	96.19	101.57
Tuluá	93.08	91.14	90.22	82.34	96.3	101.84	107.67
Valle del Cauca	87.48	88.21	86.6	77.18	88.96	107.76	102.74
Vichada	76.81	77.78	77.93	53.74	97.06	100.09	90.28
Yumbo	90.05	90.7	89.36	93.67	97.96	92.93	104.29

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de datos abiertos del Ministerio de Educación Nacional que incluye las estadísticas sectoriales de educación preescolar, básica y media. El portal puede consultarse en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/estadisticas/Datos-Abiertos-MEN/>
 Información actualizada en diciembre de 2022.

La **Tabla 6**, presenta el porcentaje de matrícula en instituciones educativas públicas o privadas en cada ETC en acuerdo con la población reportada por territorio que se encuentra en edad escolar. De acuerdo con el REAG 2022, en Colombia la tasa de matriculación es de 95% para las niñas y niños entre los 6 y 14 años y de 60% para los adolescentes y jóvenes entre los 15 y 19 años, frente al promedio de 98,4% y 83,3% respectivamente para los países OCDE. Esta menor participación en los servicios educativos del segmento de jóvenes entre los 15 y 19 años dificulta el desarrollo de trayectorias educativas que logren aportar al fortalecimiento de capacidades para los territorios científicos. Este comportamiento se puede observar de manera sostenida por lo que evidencia la necesidad de continuar y fortalecer las estrategias de permanencia, de formación en el trabajo y de formación flexible. En la observación a las iniciativas de territorios STEM se evidencia una ausencia de aproximadamente 20% de la población en edad escolar para Manizales y Valle del Cauca de manera sostenida durante los últimos cuatro años y una disminución fuerte de la matrícula en Vichada para los últimos tres años que pone en alerta las capacidades del sistema educativo para que los adolescentes y jóvenes puedan concluir su proceso formativo mínimo en algún tipo de formato pertinente para las características del territorio y la población.

Tabla 6. Porcentaje de matrícula para las entidades territoriales que inician la implementación del enfoque educativo STEM+

Entidad territorial certificada	Porcentaje de matrícula anual						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Armenia	82.94	82.1	80.11	78.73	96.87	97.19	95.36
Barranquilla	93.35	98.09	99.7	100.51	101.64	102.21	101.92
Bogotá	82.2	80.71	79.92	78.71	96.82	96.41	94.28
Boyacá	78.69	78.31	77.85	77.42	91.27	89.08	90.08
Caldas	76.76	75.11	73.57	72.1	88.65	86.94	87.09
Cartagena	96.55	95.92	97.47	100.5	107.73	107.94	107.83
Cesar	101.36	105.23	106.63	109.09	90.7	89.76	90.24
Chía	102.01	103.24	103.48	103	113.69	109.82	105.33
Envigado	68.83	67.83	65.45	65.68	99.33	99.12	100.19
Ibagué	86.02	85.53	84.42	85.27	105.27	106.82	107.5
Itagüí	73.34	72.23	71.18	70.49	89.33	90.96	91.32
Lorica	88.41	89	87.94	87.56	104.68	103.19	102.22
Manizales	82.95	81.88	80	78.75	81.72	80.98	79.88
Medellín	105.4	103.38	101.33	100.67	98.15	98.33	97.12

Mosquera	127.6	131.92	132.5	132.15	96.42	93.42	90.71
Pereira	96.66	96.09	96.08	96.1	108.97	109.4	110.09
Popayán	102.77	107.31	107.91	109.77	102.66	104.07	103.36
Quindío	80.9	77.51	75.46	73.54	96.67	94.66	94.02
Risaralda	78.7	77.77	77.29	75.73	91.85	90.38	91.46
Sabaneta	125.21	128.31	128.76	134.3	97.16	100.16	102.99
Soacha	88.97	91.37	96.3	100.51	88.25	86.59	83.41
Tuluá	93.17	91.31	90.29	88.09	81.94	79.64	78.55
Valle del Cauca	87.52	88.25	86.65	85.52	77.82	78.07	79.11
Vichada	76.82	77.78	77.93	78.13	55.51	60.15	65.44
Yumbo	90.64	91.35	90.08	88.42	95.62	97.33	97.13

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de datos abiertos del Ministerio de Educación Nacional que incluye las estadísticas sectoriales de educación preescolar, básica y media. El portal puede consultarse en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/estadisticas/Datos-Abiertos-MEN/>
Información actualizada en diciembre de 2022.

En esa misma secuencia, la permanencia en el sistema educativo es fundamental para el desarrollo del ecosistema de innovación educativa. La **Tabla 7**, muestra el porcentaje de deserción del sistema escolar para las iniciativas de territorios STEM, donde Manizales, Popayán, Quindío, Mosquera y Pereira tienen porcentajes de salida del sistema educativo superiores al 5%, porcentaje alto considerando que la población requiere la terminación del ciclo básico de formación para tener mejores oportunidades de acceso formal al sistema laboral. Este porcentaje evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de permanencia, sensibilización del núcleo familiar y disponibilidad de condiciones favorables para que los estudiantes puedan culminar de manera exitosa su proceso educativo básico. Es importante destacar que tanto la estrategia del MEN como las preliminares Medellín y Bogotá, enfatizan el fortalecimiento de trayectorias a partir de los intereses de las comunidades educativas como medio para introducir la ciencia, tecnología e innovación. Se hace énfasis en la necesidad de conectar de manera directa las estrategias de las iniciativas de territorios STEM con las estrategias de formación de vocaciones científicas que promueven otros actores del SNCTel como MinCiencias o el Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación MinTIC para generar referentes articulados que puedan inspirar a la comunidad educativa. Los datos de la tabla muestran el comportamiento territorial, resaltando casos como Vichada, que siendo el departamento con mayor ausencia de población en edad escolar, ha logrado disminuir el porcentaje de deserción de su población matriculada. Manizales y Quindío siguen evidenciando un comportamiento particular para la región con porcentajes de deserción

superiores al 6% que obliga a las estrategias de territorio a revisar la articulación de las instituciones educativas con características específicas del contexto que puedan estar ocasionando una baja en la participación en el sistema educativo al tiempo que un porcentaje alto de deserción escolar. Territorios como Mosquera, Pereira y Risaralda se acercan al mismo caso mostrando un 2% de aumento en la deserción escolar para el último año académico.

Tabla 7. Deserción de estudiantes en las entidades territoriales que inician la implementación del enfoque educativo STEM+

Entidad territorial certificada	Porcentaje de deserción escolar						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Armenia	4.7	5.5	4.41	4.28	3.65	1.78	2.28
Barranquilla	1.54	2.01	1.14	0.69	2.83	0.02	3.49
Bogotá	3.63	2.08	1.62	1.65	1.56	0.46	3.25
Boyacá	2.4	2.71	2.26	2.29	3.09	2.46	1.29
Caldas	3.79	5.06	3.73	3.13	0.75	1.97	3.42
Cartagena	3.19	2.75	2.77	2.96	4.5	1.64	2.91
Cesar	4.49	5.53	4.47	4.6	7.63	1.47	3.27
Chía	2.77	3.41	2.21	4.81	4.89	2	2.17
Envigado	1.72	1.82	2.07	2.25	4.85	2.51	2.42
Ibagué	3.46	2.92	2.58	2.45	3.21	1.26	1.72
Itagüí	2.57	5.14	3.09	2.88	5.57	11.24	3.93
Lorica	1.37	2.14	3.64	3.13	4.72	2.68	5.7
Manizales	3.41	2.63	2.92	2.6	4.49	2.45	6.71
Medellín	3.58	3.93	3.46	4.14	3.41	3.7	3.16
Mosquera	3.74	4.27	2.8	6.2	3.45	3.18	5.61
Pereira	5.32	5.22	5.15	4.86	2.47	3.01	5.06
Popayán	1.76	2.39	1.35	2.49	4.61	2.43	6.53
Quindío	7.02	6.83	5.42	4.06	2.37	3.69	6.83
Risaralda	5.65	4.48	5.07	3.86	2.32	3.32	5.02
Sabaneta	3.85	2.13	1.86	1.57	3.78	3.07	2.71
Soacha	3.1	4.91	1.55	2.2	2.2	2.44	0.87
Tuluá	5.04	5.11	4.87	4.57	1.6	0.82	3.45
Valle del Cauca	3.09	5.08	3.84	4.05	3.99	1.92	3.15
Vichada	9.23	8.16	8.65	7.14	4.09	2.91	0.46
Yumbo	1.83	4.1	3.75	4.29	3.91	1.33	2.91

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de datos abiertos del Ministerio de Educación Nacional que incluye las estadísticas sectoriales de educación preescolar, básica y media. El portal puede consultarse en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/estadisticas/Datos-Abiertos-MEN/>

Información actualizada en diciembre de 2022.

La **Tabla 8** resume el comportamiento de los porcentajes de aprobación del año escolar para las iniciativas de territorios STEM en ambos sexos en el periodo 2015-2021. Este indicador (de resultado del proceso educativo) representa el primer nivel de impacto del proceso educativo y el potencial de recursos humanos que puede hacer parte de trayectorias educativas de largo aliento que impacten las capacidades del territorio. La tabla muestra cambios generales relevantes en el año de pandemia y postpandemia asociados con la disponibilidad (baja) de condiciones favorables para el desarrollo de las actividades pedagógicas. Aunque las series muestran porcentajes de aprobación relativamente estables en cada territorio, se hacen visibles algunos cambios entre los años 2020 y 2021 en territorios como Risaralda, Tuluá y Valle del Cauca que han incrementado en aproximadamente 5% el número de estudiantes que no aprueban el año académico. Esta cifra coincide además con el comportamiento de otros indicadores como el de matrícula y el de permanencia que colocan alertas sobre la situación de los adolescentes y jóvenes en estos territorios específicos. Para la implementación del enfoque educativo STEM, evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de aprendizaje flexible y de mayor participación de otros actores del ecosistema de innovación educativa que puedan contribuir al proceso educativo y generar modelos de inspiración y relación cercana de la escuela con el entorno. En este indicador, el REAG hace referencia a la importancia de identificar y promover el talento como medio de promover la innovación desde el entorno escolar.

Tabla 8. Aprobación del año escolar en las entidades territoriales que inician la implementación del enfoque educativo STEM+

Entidad territorial certificada	Porcentaje de aprobación anual						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Armenia	88.74	87.89	88.85	89.48	81.76	90.3	89.45
Barranquilla	95.7	95.65	94.82	93.54	87.74	0.92	90.55
Bogotá	96.29	97.55	97.29	98.02	95.57	94.4	88.75
Boyacá	92.75	92.88	92.37	92.7	87.91	92.2	88.15
Caldas	87.33	88.1	88.63	90.33	92.74	91.11	90.97
Cartagena	88.48	89.13	89.29	88.1	89.07	90.66	89.64
Cesar	89.94	88.89	90.11	89.49	74.92	89.44	87.89
Chía	90.93	89.69	89.49	86.46	89.72	91.27	91.04
Envigado	98.14	98.14	97.76	95.24	87.73	93.67	88.18
Ibagué	88.12	89.12	89.16	90.73	89.86	96.74	93.18
Itagüí	90.34	88.55	90.76	89.69	87.66	79.7	90.09
Lorica	91.5	91.89	90.25	90.59	91.48	89.73	86.8
Manizales	89.83	91.39	91.21	91.68	88.78	89.83	87.41
Medellín	85.92	85.04	85.31	86.1	87.51	90.37	90.15
Mosquera	86.89	83.51	82.53	82.5	89.98	87.79	87.19
Pereira	86.5	85.93	87.29	85.76	91.74	89.64	87.66
Popayán	96.4	96.49	95.22	94.48	88.2	91.63	87.38
Quindío	87.48	86.95	88.51	88.88	95.31	90.09	85.03
Risaralda	92.4	95.42	92.01	92.9	88.22	89.17	77.56
Sabaneta	89.51	95.35	91.62	92.11	89.39	84.08	88.8
Soacha	96.9	95.09	96.77	89.98	91.93	88.65	89.46
Tuluá	90.28	90.57	91.65	89.09	97.5	95.1	87.63
Valle del Cauca	91.89	89.26	89.87	89.08	89.25	91.27	86.42
Vichada	76.94	78.03	76.3	75.25	87.15	91.56	85.74
Yumbo	92.38	89.73	91.35	91.2	86.29	88.34	84.06

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de datos abiertos del Ministerio de Educación Nacional que incluye las estadísticas sectoriales de educación preescolar, básica y media. El portal puede consultarse en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/estadisticas/Datos-Abiertos-MEN/>
Información actualizada en diciembre de 2022.

En las **Tablas 9 y 10** se han incluido los indicadores de enfoque diferencial disponibles en el portal de datos abiertos del MEN y que hacen parte de la observación a la participación de las comunidades más vulnerables en los servicios educativos. Tanto las estrategias de Medellín y Bogotá, como la estrategia Colombia Territorio STEM+, dan un lugar muy relevante al tratamiento inclusivo e interseccional que involucra procesos de sensibilización específicos desde el enfoque de género, el territorial y los diferenciales por tipos de comunidades. Al respecto, aunque no se dispone aún de datos específicos para todo el espectro del enfoque diferencial, el REAG 2022 señala que el 42% de adolescentes y jóvenes mujeres que termina la educación secundaria y el 72% de mujeres que hicieron formación terciaria tenía un trabajo en el año 2021. Ya que parte fundamental del ODS4 es garantizar la educación de calidad, inclusiva y equitativa a niñas y niños, la implementación del enfoque educativo STEM es una herramienta para el cierre de brechas en la participación de las niñas, jóvenes y mujeres en los escenarios científicos desde la educación básica.

En la **tabla 9** se presentan los porcentajes de matrícula urbana y rural por entidad territorial, principalmente departamentos y municipios. Estas cifras hacen evidente la necesidad de mejorar las condiciones de conectividad y disponibilidad de recursos para las comunidades educativas rurales o no urbanas que representan más del 30% de los estudiantes en algunos casos.

Tabla 9. Enfoque urbano/rural en las entidades territoriales que inician la implementación del enfoque educativo STEM+

Entidad territorial certificada	Porcentaje de matrícula	
	URBANA	RURAL
Armenia	97%	3%
Barranquilla	100%	0
Boyacá	62%	38%
Caldas	61%	39%
Cesar	64%	35%
Envigado	93%	7%
Ibagué	92%	8%
Itagüí	87%	13%
Lorica	44%	55%
Manizales	90%	10%
Valle del Cauca	61%	39%
Mosquera	99%	1%
Pereira	82%	18%

Popayán	86%	14%
Quindío	79%	21%
Risaralda	56%	44%
Sabaneta	70%	30%
Soacha	99%	1%
Tuluá	80%	20%
Vichada	37%	65%
Yumbo	84%	16%
Medellín	96%	4%
Bogotá	99%	1%
Sabana Centro	n.d.	n.d.
Cartagena de indias	87	13

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de datos abiertos del Ministerio de Educación Nacional que incluye las estadísticas sectoriales de educación preescolar, básica y media. El portal puede consultarse en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/estadisticas/Datos-Abiertos-MEN/>
Información actualizada en diciembre de 2022.

En cuanto a la participación de grupos étnicos en las estrategias de territorios STEM, la **Tabla 10** incluye las cifras reportadas por el MEN en su portal de datos abiertos para la comunidad afro, indígena, palenquera y raizal. El reconocimiento de estos grupos y su participación en las estrategias de los territorios STEM no solo favorece el proceso de consolidación de los ecosistemas de innovación educativa inclusivos, sino que además habilita y prepara las capacidades de los actores del territorio como actores de territorios científicos.

Tabla 10. Enfoque diferencial en las entidades territoriales que inician la implementación del enfoque educativo STEM+

Entidad territorial certificada	Estudiantes reportados según enfoque diferencial				
	GRUPOS ÉTNICOS- AFRO	GRUPOS ÉTNICOS- INDÍGENAS	GRUPOS ÉTNICOS- PALENQUERO	GRUPOS ÉTNICOS- GITANO (ROM)	GRUPOS ÉTNICOS- RAIZAL
Armenia	252	252			
Barranquilla	2.952	81	11	1	1
Boyacá	585	838			1
Caldas	1.714	8.635	1		
Cesar	17.891	6.904	1		

Envigado	22	7			
Ibagué	37	185			2
Itagüí	12	10			
Lorica	64	208			
Manizales	65	84		1	3
Valle del Cauca	11.204	2.648			2
Mosquera	40	8	2	1	3
Pereira	2.273	853		2	
Popayán	600	2.690			92
Quindío	171	277			
Risaralda	617	7.543		27	2
Sabaneta	10	6			
Soacha	924	190	1		1
Tuluá	1.217	137			
Vichada	74	14.355		2	
Yumbo	1.044	25			
Medellín	5.905	422	16	19	25
Bogotá	6.279	2.062	15	6	148
Sabana Centro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cartagena de indias	17.498	1.368	345		59

Nota: Los indicadores seleccionados en la tabla se han tomado del Portal de datos abiertos del Ministerio de Educación Nacional que incluye las estadísticas sectoriales de educación preescolar, básica y media. El portal puede consultarse en: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/estadisticas/Datos-Abiertos-MEN/>
Información actualizada en diciembre de 2022.

Nota metodológica

Para el desarrollo de este capítulo se han consultado los datos del Portal OECD Stat que incluye los datos del Reporte anual Education at a Glance; el Portal de indicadores para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 SDG4 del Instituto de Estadística de UNESCO - UIS; y, el Portal de datos abiertos del Ministerio de Educación Nacional que incluye las estadísticas sectoriales de educación preescolar, básica y media.

Referencias

- DECRETO 1851 DE 2015 (Septiembre 16). “Por el cual se reglamenta la contratación del servicio público educativo por parte de las entidades territoriales certificadas y se subroga un capítulo del Decreto 1075 de 2015”. Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional (2022). Guía metodológica para la conformación de Territorios STEM+. Documento desarrollado por el Parque Científico de Innovación Social PCIS de UniMinuto.
- Ministerio de Educación Nacional (2022). Ruta de conformación de un Territorio STEM+. Infografía desarrollada por el Parque Científico de Innovación Social PCIS de UniMinuto.
- Ministerio de Educación Nacional (2022). Visión STEM+. Educación expandida para la vida. Documento desarrollado en el marco del proyecto “Propuesta para la elaboración de un documento estratégico STEM+” entre la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el Parque Explora.
- OECD (2017), *The OECD Handbook for Innovative Learning Environments*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264277274-en>.
- OECD (2022), "Colombia", in *Education at a Glance 2022: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1df6dfdb-en>.
- OECD (2022), “Regional education”, *OECD Regional Statistics (database)*, <https://dx.doi.org/10.1787/213e806c-en>.
- OECD (2022), *Education at a Glance 2022: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3197152b-en>.
- OECD (2022), *Education Policy Outlook 2022: Transforming Pathways for Lifelong Learners*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c77c7a97-en>.
- OECD (2022), *Trends Shaping Education 2022*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/6ae8771a-en>.
- Portal de datos del Instituto de Estadística de UNESCO UIS para el ODS4. <http://sdg4-data.uis.unesco.org/>
- Portal de datos del Instituto de Estadística de UNESCO UIS. <http://data.uis.unesco.org/>
- Portal de datos estadísticos de educación de la OCDE – Education GPS. <https://gpseducation.oecd.org/revieweducationpolicies/#!node=&filter=all>
- Portal de datos estadísticos de la OCDE. <https://stats.oecd.org/>



Mabel Ayure Urrego
Área Política Científica y
Relaciones Internacionales

mayure@ocyt.org.co

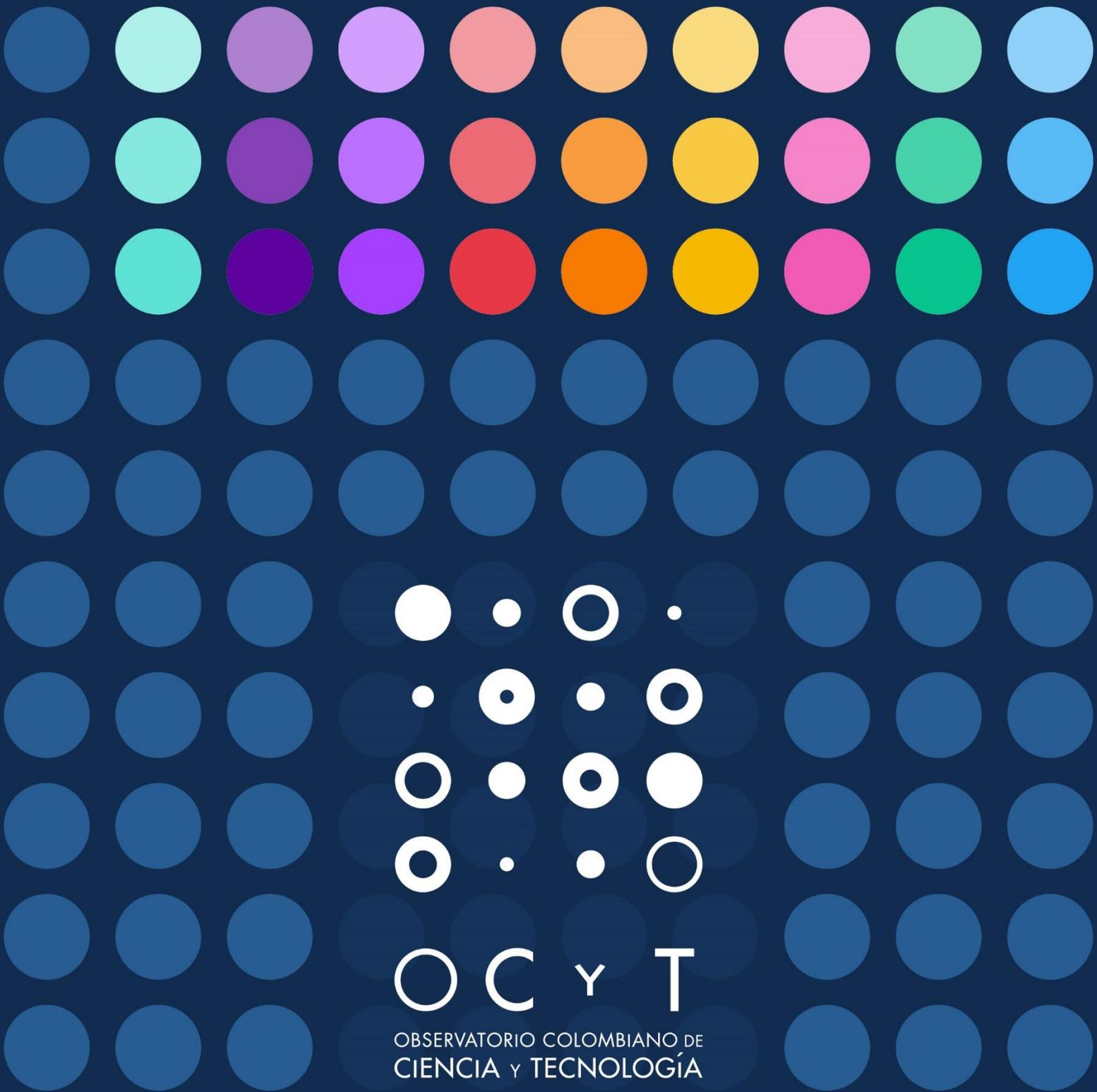
Doctora en Comunicación con investigación en prácticas de comunicación pública de la ciencia de la Universitat Autònoma de Barcelona; Máster en Comunicación Digital con investigación en contenidos digitales para la educación y ciencias sociales de la Universitat Autònoma de Barcelona. Experiencia profesional en la formulación, diseño y ejecución de proyectos que involucran la ciencia, tecnología e innovación en interacción con la educación, comunicación científica, centros de ciencia, política para la educación científica y enfoque STEAM.



Mónica Elvira Rodríguez
López

mrodriguez@ocyt.org.co

Lic. en Humanidades y Lengua Castellana, maestrante en Investigación Social Interdisciplinar con experiencia en el diseño de ambientes de aprendizaje significativos e innovadores que responden a las necesidades de los estudiantes; materiales de enseñanza y formulación de habilidades pedagógicas. Se ha desempeñado como pedagoga e investigadora encargada del desarrollo de propuestas pedagógicas, articulando componentes conceptuales, metodológicos y la construcción de instrumentos de innovación educativa.



O C Y T

OBSERVATORIO COLOMBIANO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA



COLOMBIA 2021