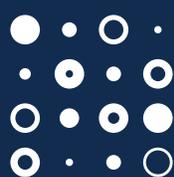


INDICADORES DE
**CIENCIA Y
TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN**
COLOMBIA 2020



O C Y T

OBSERVATORIO COLOMBIANO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT

Director Ejecutivo

Diego Silva Ardila

Coordinadora Administrativa

Angélica Monroy Pérez

Editora

María Alejandra Muñoz Dávila

Autores

Henry Mora Holguín, Silvia Rojas Aguilar, Juan Manuel García, Diana Marcela Caho Rodríguez, Andrea Guevara Rey, Alida María Acosta, Miguel Ángel Méndez, Julián Mauricio Alvarado, Efrén Romero Riaño, Juan Fernando Corredor, Juan Camilo Castellanos y Mabel Zoraida Ayure Urrego

Corrección de estilo

María Alejandra Muñoz Dávila

Diseño y diagramación

Diego Rondón

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 CTel sin fines comerciales. Los datos del informe se pueden consultar en los tableros de visualización disponibles en www.ocyt.org.co

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

Informe de Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombia 2020

Observatorio Colombiano de Ciencia
y Tecnología, 2021

Henry Mora Holguín, Silvia Rojas Aguilar, Juan Manuel García, Diana Marcela Caho Rodríguez, Andrea Guevara Rey, Alida María Acosta, Miguel Ángel Méndez, Julián Mauricio Alvarado, Efrén Romero Riaño, Juan Fernando Corredor, Juan Camilo Castellanos y Mabel Zoraida Ayure Urrego, por los textos y cálculos estadísticos.

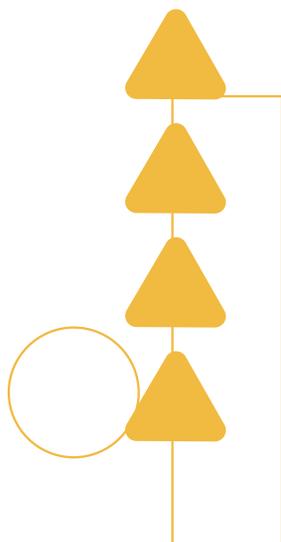
Agradecimientos

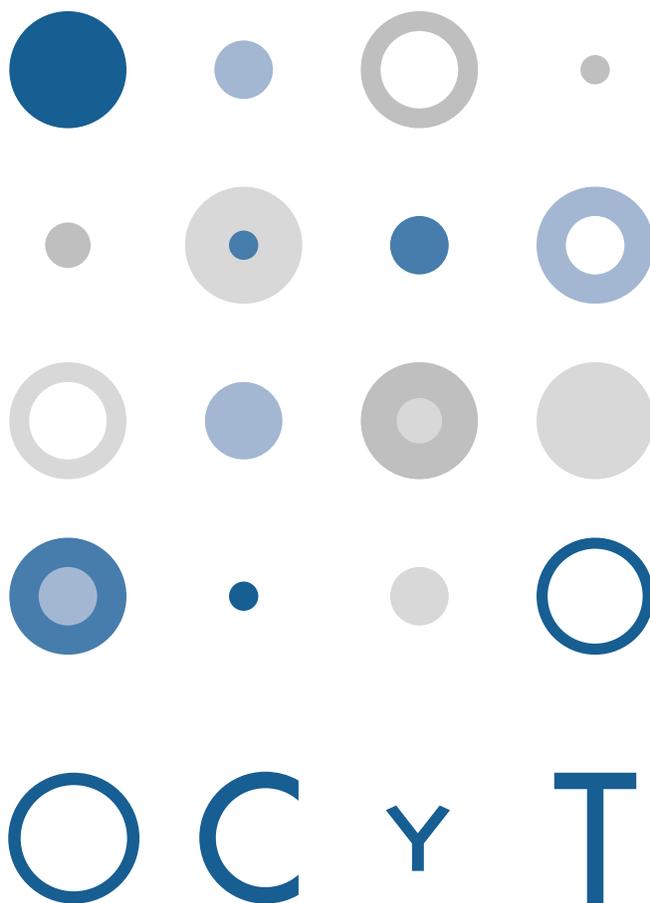
Desde el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología queremos expresar nuestras infinitas gracias a todas aquellas organizaciones y personas que estuvieron en el proceso de formular nuestros Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación 2020.

Agradecemos también que hagan parte de nuestra conversación nacional de CTel todos los días, de la formulación de espacios de análisis en cada uno de los colegios, universidades, entidades públicas, privadas y mixtas a las cuales pertenecen, ustedes son pilares de que nuestros indicadores sigan inspirando a los colombianos a seguir innovando, a que nuestras capacidades humanas tengan oportunidades en la academia y en la industria y a que nuestros cálculos fomenten una ConCiencia de Datos en las nuevas generaciones. ¡Gracias!

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

Equipo OCyT.





OBSERVATORIO COLOMBIANO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación Colombia 2020



Contenido

07

Presentación: *Está más que abierta la ventana de oportunidad para la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia*

15

Inversión en actividades de Ciencia Tecnología e Innovación - ACTI en Colombia

40

Recurso humano para Ciencia, Tecnología e Innovación: formación y características sociodemográficas

86

Producción Científica en Colombia

112

Propiedad Intelectual: Dinámicas regionales en Colombia



136

Innovación y cooperación en las empresas de manufactura, servicios y comercio en Colombia

167

Cultura en Ciencia Tecnología e Innovación

188

Política CTel Departamental: Planes de Desarrollo Departamentales (PDD) como referente para el fortalecimiento de los Sistemas Territoriales de Ciencia, Tecnología e Innovación

219

Avances en indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación desde la Perspectiva Internacional

252

Hacia la transformación digital del OCyT

269

Glosario y Abreviaturas





Está más que abierta la ventana de oportunidad para la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia

Por: Diego Silva Ardila

Director Ejecutivo OCyT

Correo: dsilva@ocyt.org.co

En la teoría y en la práctica de las políticas públicas existe un concepto clave para la materialización de las búsquedas sociales de cambio que se ha denominado “la ventana de oportunidad” o “la ventana para las políticas públicas”. Es un concepto sencillo, que incluso se aplica a otras áreas del conocimiento y se entiende como un período de tiempo (habitualmente de breve duración), durante el cual se presenta una contingencia que puede ser o no aprovechada, para generar cambios en una política pública existente.

John Kingdon, en su trabajo *Agendas, Alternatives and Public Policies* (1995), al estudiar las condiciones de factibilidad de las “ventanas de oportunidad”, propone que es necesario que confluyan tres procesos (los cuales él denomina corrientes), para aumentar la probabilidad de aprovechamiento a favor de una política pública: la corriente de los problemas, la corriente de los acontecimientos políticos y la corriente de las soluciones y afirma que la coincidencia de estas tres corrientes puede garantizar un buen resultado ante la eventualidad de apertura de una “ventana de oportunidad”.

Desde el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT consideramos que en Colombia nos encontramos no solo ante una “ventana de oportunidad” para la ciencia, la tecnología e innovación, sino que además percibimos las tres corrientes, propuestas por Kingdon, que garantizan un potencial resultado positivo coincidiendo en este momento en el país. Dado que normalmente las “ventanas de oportunidad” permanecen abiertas por lapsos de tiempo tremendamente breves, consideramos que en el país debemos actuar con prontitud para aprovechar al máximo la posibilidad de continuar transformando el entorno para la CTel y especialmente, para lograr la coincidencia de la política pública, específicamente las acciones del poder ejecutivo, con la capacidad de las organizaciones generadoras de conocimiento (principalmente representadas por nuestras instituciones de educación superior -IES, por los Centros Autónomos de Investigación y algunos Centros de Investigación afiliados a empresas productivas), así como con las necesidades empresariales, industriales y comerciales de las empresas de base tecnológica y otras de base tradicional que han comprendido la riqueza y potencialidad que tiene la inversión en actividades de CTel.

De manera simultánea y reconociendo la necesidad que se esconde, en una sociedad anquilosada en narrativas argumentativas definidas a partir del “bien y el mal”, es pertinente fortalecer e impulsar procesos de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación, que faciliten la transición de una sociedad dependiente de modelos premoder-



nos de producción para así trasegar a una sociedad moderna, científica y productiva que se ubique y responda con liderazgo a las condiciones locales y globales del siglo en el que estamos viviendo.

La primera corriente que coincide en esta “ventana de oportunidad” para la CTel en Colombia es la que Kingdon denomina “corriente de los problemas”. En este momento está claro para nuestro país que tenemos un problema estructural en nuestro aparato productivo y en nuestra concepción de generación de riqueza. Esta situación deja a la economía colombiana rezagada de los procesos que en otras sociedades son la punta de lanza de su desarrollo, como son la permanente innovación en procesos industriales y de transformación, el uso del conocimiento para la solución de los problemas y retos que enfrentan las múltiples dimensiones sociales y la capacidad de transformación continua del aparato productivo. Aunque esta desventaja es evidente en todos los frentes, la pandemia por COVID - 19, día a día ha resaltado nuestra incompetencia e incapacidad para desarrollar, de forma autónoma, soluciones a nuestros problemas, dejándonos claramente a merced de las capacidades, decisiones y voluntad de otros actores y organizaciones externas a nuestro control. Es así como la única solución definitiva a un problema (que por cierto también fue importado), solo pudo venir de ajustarnos a la forma como se definiera el proceso de importación de la solución, y nuestras capacidades quedaron relegadas a prepararnos para ser usuarios de dicha tecnología de vacunas y a observar el acontecer cotidiano de los efectos de dicha solución.

Lo anterior es un vivo ejemplo de lo que sucede en casi todas las dimensiones de nuestra capacidad productiva, industrial y científica. El problema, o lo que la ciencia política conceptualiza como la situación problemática, está claramente delimitado: no hemos desarrollado ni tampoco aprovechado capacidades científicas, tecnológicas, ni de innovación para dar respuesta a las necesidades de nuestra sociedad de cara al siglo XXI.

Actualmente en Colombia tenemos una coyuntura política que posibilita la confluencia de la segunda corriente, la de los acontecimientos políticos mencionada por Kingdon. Por un lado, tenemos una nueva institucionalidad para la CTel dada la repotenciación que se le dio a Colciencias al darle rango, carácter y materialidad ministerial, ahora MinCiencias, capacitándolo a un mayor nivel, para la administración presupuestal de los recursos del estado; dotándolo de la posibilidad de proponer modificaciones legislativas y sentándolo hombro a hombro con los otros sectores de la toma de decisiones sobre la política pública nacional. Aún nos falta mucho para poder aplaudir la madurez de ese nuevo Ministerio, pero si podemos sentirnos satisfechos con el hecho de tener, dentro de la estructura del estado colombiano, el máximo nivel para el desarrollo de las potencialidades científicas, tecnológicas y de innovación en nuestro país.

Hoy por hoy y gracias a esta estructuración, existen comités que funcionan de manera permanente, donde la política públi-

ca empieza a tomar forma, se llevan a cabo acuerdos y compromisos y se gestiona su cumplimiento. También dentro de estas decisiones se discute y está en proceso de aprobación un documento CONPES que marcará el derrotero a futuro, se firman acuerdos con otros estados y se inician conversaciones a continuar con múltiples actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, aún en configuración y adaptación.

Adicionalmente, a este no menudo cambio dentro de la estructura del estado, nuestra sociedad se encuentra en un momento culmen del proceso de transformación que vivimos desde hace más de diez años. Estamos en un momento decisivo para adoptar un nuevo modelo productivo, para diseñar nuevas formas de cohesión social y nuevas hojas de ruta a futuro que se alejen de la violencia, la agresión, los modelos extractivos, las relaciones de patronazgo cuasifeudales y con ello, como país, logremos migrar de manera definitiva a un modelo de producción industrial, cada vez más cercano a un capitalismo contemporáneo, que distinto de lo que vemos en otras naciones, sea un tanto más benévolo con el ambiente y el planeta.

También es un momento importante para desarrollar un modelo que facilite la construcción de una sociedad que se proponga atender, de manera sostenible, los retos del siglo XXI asociados con la energía, los alimentos y el agua, y que de manera vehemente contrarreste el enfoque de destrucción y abandono que imperan aún en nuestro modelo

productivo y social del país, pues es claro que la corriente de los acontecimientos políticos converge en este momento particular de nuestra historia.

Finalmente, Kingdon menciona la corriente de las soluciones, y desde el quehacer del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, es aquí donde dedicamos y enfocamos todos nuestros esfuerzos. Es precisamente al observar de manera permanente las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación presentes en Colombia, como hemos podido apreciar de manera permanente un horizonte de soluciones que contribuyen a fortalecer y estimular el ciclo de transformación positiva que vivimos como país. Aunque esta contribución, sea todavía incipiente, considerado el potencial del país, se puede entrever la riqueza que hay en nuestras capacidades y el potencial de los recursos para generar condiciones para la CTel en Colombia.

Es así, como la inversión que venimos haciendo en actividades de ciencia, tecnología e innovación – ACTI, los programas de formación y entrenamiento que tenemos en nuestras universidades en niveles de pregrado, especialización, maestría y doctorados que se enriquecen con los procesos de vinculación posdoctorales, el crecimiento y fortalecimiento de los grupos de investigación, la maduración de los proyectos de investigación y las trayectorias de nuestra red de personas dedicadas a la investigación y a la generación de conocimiento demuestran que hay un entorno propositivo y capaz de entregar soluciones al sector, a las necesidades de

la economía y la sociedad colombiana.

Este conjunto de condiciones, hacen posible que de manera creciente más personas, con condiciones que van mejorando, logren vincularse al aparato productivo a través de la materialización del conocimiento en productos, patentes, servicios, en mejoramientos a procesos que revierten en nuestro crecimiento económico, en las utilidades de las empresas, en el recaudo de impuestos del estado y finalmente en mayores inversiones en ACTI.

Desde el OCyT evidenciamos que existen capacidades y soluciones posibles, viables y eficaces a nuestro problema de rezago científico, tecnológico y de innovación. Y es precisamente en ese tono que producimos el informe de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación para el año 2020.

Presentamos un texto que no solo actualiza las series, como lo hemos venido haciendo desde hace más de 20 años, sino que presenta un análisis de las dimensiones seleccionadas para una observación a profundidad.

Cada una de las personas que ocupan el cargo de líderes temáticos del Observatorio, junto con sus áreas y equipos de apoyo ofrecen en este informe un análisis y reflexión del

contexto de CTel, con el objetivo de seguir abriendo espacios para el conocimiento, la comprensión y uso de este en el diseño de acciones diseñadas a partir del potencial existente y dar soluciones a nuestros problemas colectivos.

Esperamos que el informe aporte a la conversación actual, permitiéndonos, no solo continuar la transformación en la que estamos ya andando, abandonando las prácticas conflictivas y tortuosas, algunas de las cuales aún parecieran resistirse al deseo noble y pacífico que tenemos muchos colombianos, sino también definir el itinerario para la consolidación de una sociedad basada en el conocimiento, la ciencia, la tecnología, la innovación y la transformación creativa.

Diego Silva Ardila



Capítulo 01

Inversión en actividades de Ciencia Tecnología e Innovación - ACTI en Colombia

Autora

Andrea Guevara Rey



“El decrecimiento de la participación de la I+D, la formación y los servicios científicos y tecnológicos, frente al aumento de actividades conducentes a la innovación puede ser explicado por los diferentes instrumentos de política pública, sumados a la reacción del sector productivo en cara a las nuevas necesidades y modelos de producción y comercialización que trajo la pandemia por COVID-19”



Inversión en actividades de Ciencia Tecnología e Innovación - ACTI en Colombia

Autora: Andrea Guevara Rey

Desde hace varias décadas, se reconoce el impacto positivo que las inversiones en ciencia, tecnología e innovación (CTel) tienen para los países; por ejemplo, como las inversiones en generación e implementación de nuevas tecnologías aumenta la productividad y por lo tanto hacen las industrias más competitivas, o como las investigaciones en salud proveen formas más eficientes de atender los problemas de una población reduciendo los costos de los sistemas de salud y mejorando sus expectativas y calidad de vida. En este contexto, los indicadores que dan cuenta de los recursos dedicados a la realización de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) e Investigación y Desarrollo - (I+D), han sido usados ampliamente como la medida de los esfuerzos llevados a cabo para a la creación y uso de nuevo conocimiento.



Es así como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - (OCDE) ha desarrollado la denominada “Familia Frascati”, un grupo de manuales metodológicos para la medición de: la I+D (el Manual de Frascati), la innovación tecnológica (el Manual de Oslo), los recursos humanos (el Manual de Canberra) y balanzas de pagos tecnológicos y patentes, que se han constituido como los indicadores de ciencia y tecnología de referencia tanto a nivel internacional como a nivel interno.

Los indicadores que se producen a nivel internacional para la medición de la CTel, en su mayoría, se centran en la medición de las actividades de I+D únicamente¹, sobre todo en el caso de los países miembros de la OCDE. Para el caso de Latinoamérica, lo que ha primado es la medición de las denominadas Actividades de Ciencia y Tecnología, como reconocimiento de los esfuerzos que se llevan a cabo en otras actividades científicas y tecnológicas relacionadas, que no hacen parte de actividades puntuales de I+D. Sin embargo para el contexto nacional, en 2002, un equipo de trabajo compuesto por investigadores del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), antiguo Colciencias hoy Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) y la Universidad del Rosario elaboraron un documento metodológico denominado “Hacia la construcción de una metodología para la determinación del gasto en ciencia y tecnología” (Jaramillo, 2002), que toma como referente los manuales de la “Familia Frascati” además de otros como el Manual de Bogotá² y propuso la medición de ACTI³ reconociendo además, las actividades conexas a la I+D que contribuyen al fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTel), así como de sus capacidades para la búsqueda e implementación de nuevos conocimientos.

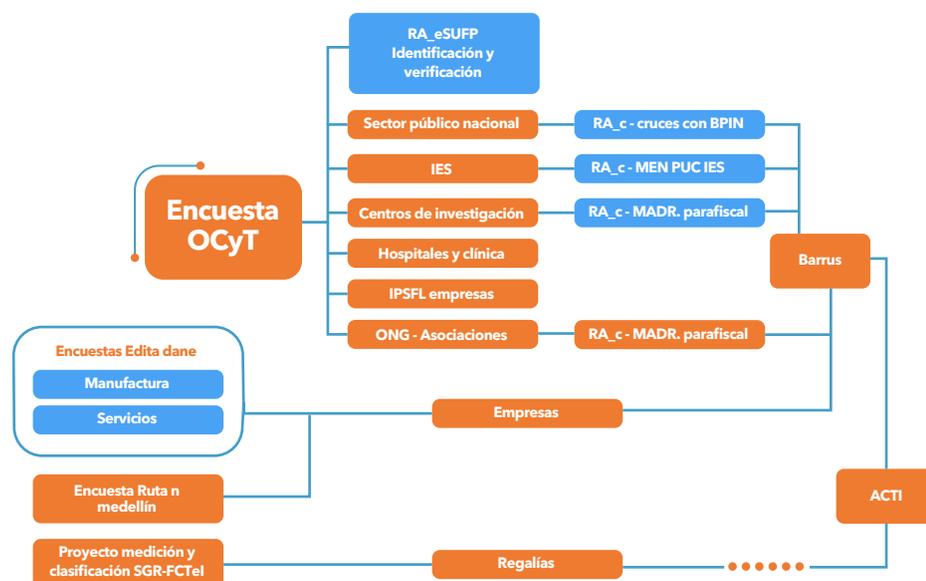
1. En algunos casos se incluye la formación de alto nivel dentro del indicador de I+D.

2. El Manual de Bogotá elaborado por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Interamericana e Iberoamericana - RICYT y Organización de Estados Americanos - OEA se considera el Manual metodológico de referencia para Latinoamérica para medir la innovación tecnológica.

3. Las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación comprenden: i) I+D, ii) Formación científica y tecnológica; iii) Servicios científicos y tecnológicos; iv) Administración y otras actividades de apoyo; y V) Actividades conducentes a la Innovación.

Bajo esta concepción, en 2006 se elaboró la Metodología para el cálculo del gasto en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, sobre la cual, se han venido calculando en Colombia los denominados indicadores de inversión en ACTI, que buscan dar cuenta de los recursos que las entidades del SNCTel han gastado efectivamente en la realización de actividades de ciencia, tecnología e innovación. La Gráfica 1 presenta de manera resumida cómo se construyen estos indicadores, de acuerdo con las fuentes de información utilizadas.

Gráfica 1. Proceso de cálculo de la inversión en ACTI - 2020



Fuente: OCyT

La principal fuente de información a partir de la cual se identifica el gasto efectivo (ejecución) de las entidades del SNCTel es la Encuesta de Inversión en ACTI, diseñada e implementada por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología desde el año 2007 y que se complementa con información de otras fuentes como algunos registros administrativos, las encuestas de innovación del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y Ruta N. Los datos

provenientes de estas fuentes alimentan la plataforma desarrollada por el OCyT denominada Barrus y posteriormente, a la información recopilada y procesada a través de este aplicativo se agregan los datos calculados de la ejecución de los proyectos de ciencia y tecnológica financiados a través del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTel) del Sistema General de Regalías (SGR), ahora denominado Asignación para la CTel.

Resultado de la implementación de este proceso y a partir de las fuentes referidas, se construyen los indicadores que se presentan a continuación, los cuales han sido ampliamente usados para los reportes que Colombia hace a organizaciones internacionales como la OCDE y la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT). Estos indicadores son una herramienta de medición, para el seguimiento, monitoreo y evaluación de las metas de la política pública del país en los últimos años. Desde el 2000, la meta de inversión en ACTI fijada por el Gobierno nacional ha sido del 1% del Producto Interno Bruto. Sin embargo, en el actual Plan de Desarrollo "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad" se propuso para el final del cuatrienio (2022) duplicar la inversión en ACTI como porcentaje del PIB (llegando al 1,5%) así como duplicar la inversión privada en I+D como porcentaje del PIB (alcanzando el 0,35% del PIB).

A continuación, se presentan los principales indicadores de inversión en ACTI para el periodo 2015 - 2020. Es importante recordar, que cuando se hace referencia a "inversión", nos referimos a los recursos que las entidades han destinado y han sido efectivamente gastados en la realización de actividades de ciencia, tecnología e innovación. De acuerdo con las recomendaciones del Manual de Frascati, esta medición se hace privilegiando el punto de vista del ejecutor, es decir,

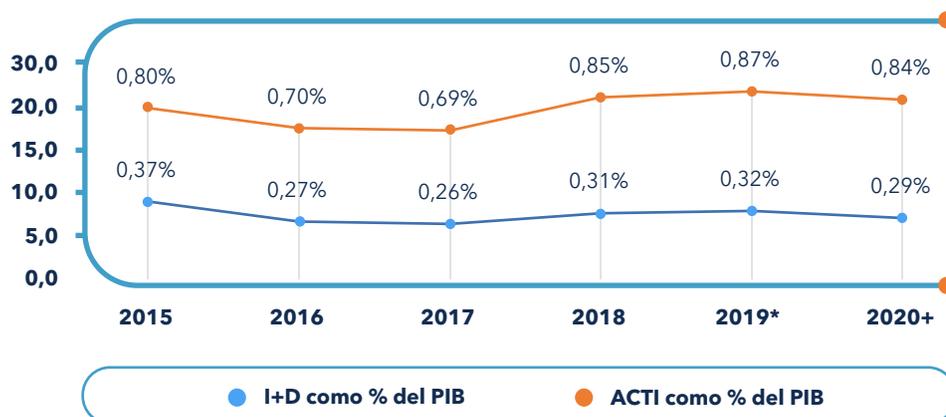
quien efectivamente lleva a cabo la actividad. No obstante, también se incluyen indicadores que dan cuenta de la inversión de acuerdo con los financiadores, es decir, quienes movilizan los recursos para estas actividades.

Este capítulo presenta los indicadores calculados para Colombia. En la primera parte de este se relacionan los indicadores de inversión en ACTI, en la segunda parte se encuentran el detalle de la ejecución de las actividades de CTel, luego se visualiza el origen de los recursos para ACTI. Finalmente, se comparten algunas reflexiones basadas en el ejercicio y en los resultados.

Inversión en ACTI e I+D como porcentaje del PIB

Los indicadores más usados para el seguimiento de la política pública en CTel son la inversión en ACTI e I+D como porcentaje del PIB, tanto a nivel nacional como al momento de hacer comparaciones internacionales. Estos se consideran una medida del esfuerzo dedicado a estas actividades en relación con el tamaño de la economía, que además, permite hacer comparaciones tanto a nivel de unidades territoriales (países, ciudades, regiones) como por sectores específicos (agropecuario, defensa, salud, entre otros). En la Gráfica 2 se puede observar el comportamiento de este indicador en Colombia para los seis últimos años.

Gráfica 2. Inversión en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) e I+D como porcentaje del PIB para el periodo 2015 - 2020 en Colombia



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020
Cálculos: OCyT
 *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

Entre el 2000 y el 2011 la inversión en ACTI estuvo siempre por debajo del medio punto porcentual (0.5%) con respecto al PIB; por su parte la I+D, en relación con el PIB, escasamente llegaba al 0.2%. A partir de 2011 se han dinamizado las inversiones en ACTI llegando en el periodo 2015 - 2020 a cifras cercanas al 0.8% con respecto al PIB. Sin embargo, este porcentaje, en particular para el 2020 (que fue de 0.84%) debe observarse con cuidado, teniendo en cuenta que el Producto Interno Bruto tuvo una caída de 6.8%, que no da cuenta suficientemente de la caída en la inversión en ACTI, correspondiente a \$832,460⁴. Estas reducciones podrían denominarse "Efecto pandemia". Debe anotarse, además, que el país continuo lejos de la meta del Plan Nacional de Desarrollo para el 2022 de inversión en ACTI correspondiente al 1.5% planteado en PIB.

En relación con la I+D, se evidencia un comportamiento similar al antes descrito. La inversión en I+D como proporción del PIB para el periodo 2015 - 2020 ha fluctuado alrededor del 0.3%, presentando también el "efecto pandemia" para 2020 y mostrando una caída de \$468,840.

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

Ejecución en ACTI e I+D

Al observar la ejecución en las ACTI es posible identificar qué tipo de entidades son las que desarrollan dichas actividades, así como la participación de cada una de ellas en los montos totales de inversión y así se puede hacer análisis de en cuál de las ACTI hay mayor ejecución.

Para la identificación del tipo de entidad que ejecuta actividades de ciencia, tecnología e innovación, la metodología contempla 7 grupos institucionales (las Gráficas 3 y 4 muestran la inversión en ACTI y la inversión en I+D por tipo de entidad):

- 1.** Empresas
- 2.** Instituciones de Educación Superior - IES
- 3.** Entidades Gubernamentales
- 4.** Centros de Investigación y Desarrollo
- 5.** Hospitales y Clínicas
- 6.** Instituciones Privadas sin Fines de Lucro - IPSFL al servicio de las Empresas
- 7.** ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales.

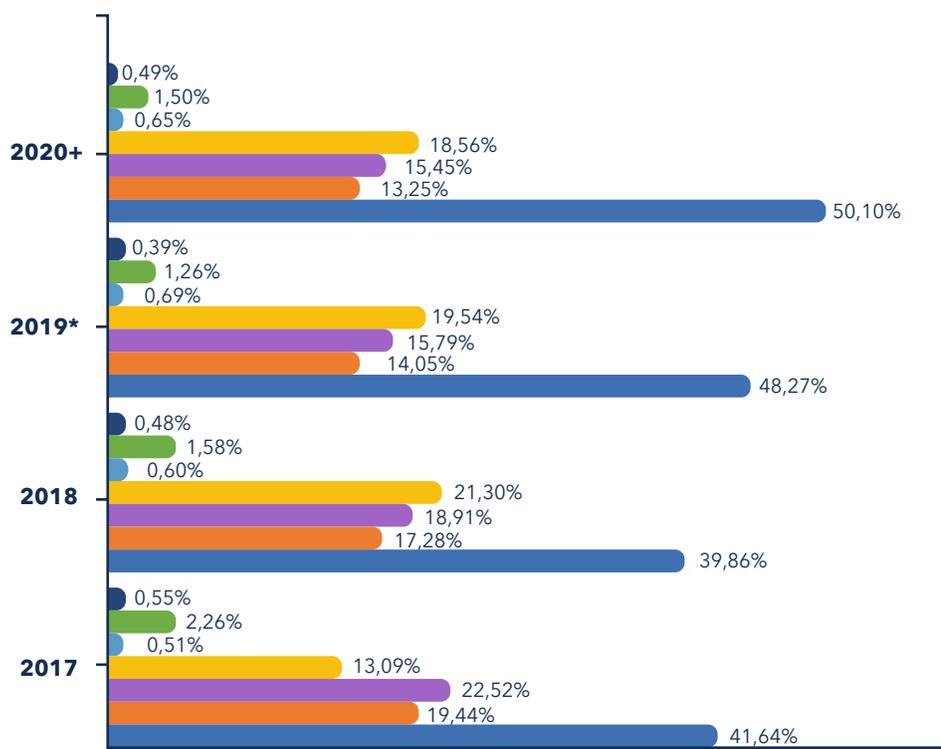
En la Gráfica 3 se puede observar como las Empresas se configuran como las principales entidades ejecutoras de ACTI, llegando a representar el 50% de la ejecución en el 2020, seguidas por IES que para ese año representan cerca del 14%, es de destacar que estas, durante los últimos años, han perdido participación en las ACTI, pasando de cerca del 20% en 2015 a 13.25% en 2020.

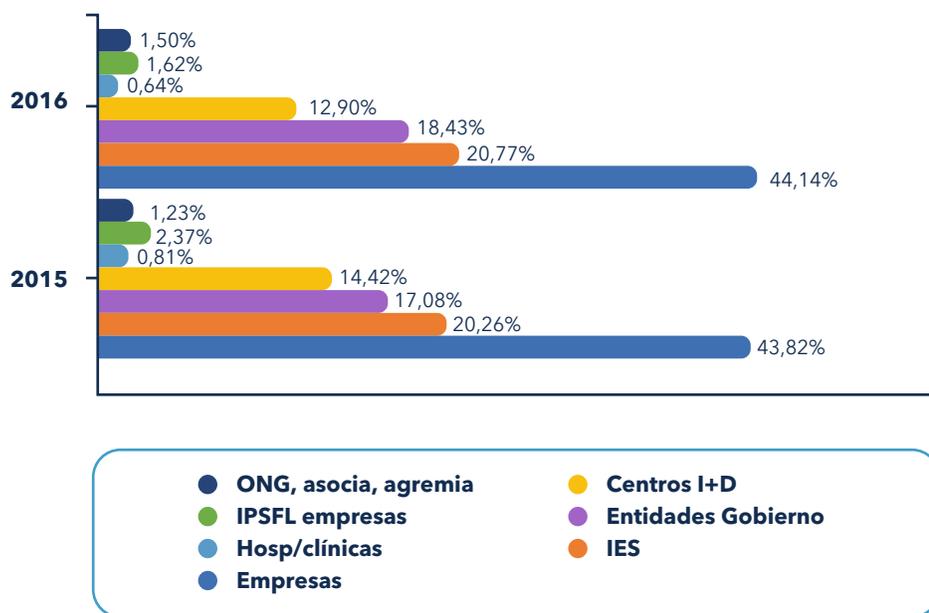
Es posible que este decrecimiento pueda ser explicado por las condiciones de pandemia que obligaron a poner en pausa muchas de las

actividades que tradicionalmente se desarrollan en este tipo de entidades como, por ejemplo, cese de actividades académicas presenciales, realización de actividades de extensión y consultoría para otras entidades, cierre de los laboratorios, entre otras.

El porcentaje de la participación en ACTI de las IPSFL al servicio de las empresas creció desde 1.26% en 2019 hasta 1.50% en el año 2020, que parecería poco, pero es de resaltar teniendo en cuenta que se dio en medio de la pandemia y representa cerca de 6.000 millones de pesos, mostrando un crecimiento, mientras que los demás tipos de institución presentaron una contracción de su inversión.

Gráfica 3. Inversión en ACTI por tipo entidad ejecutora, 2015 - 2020





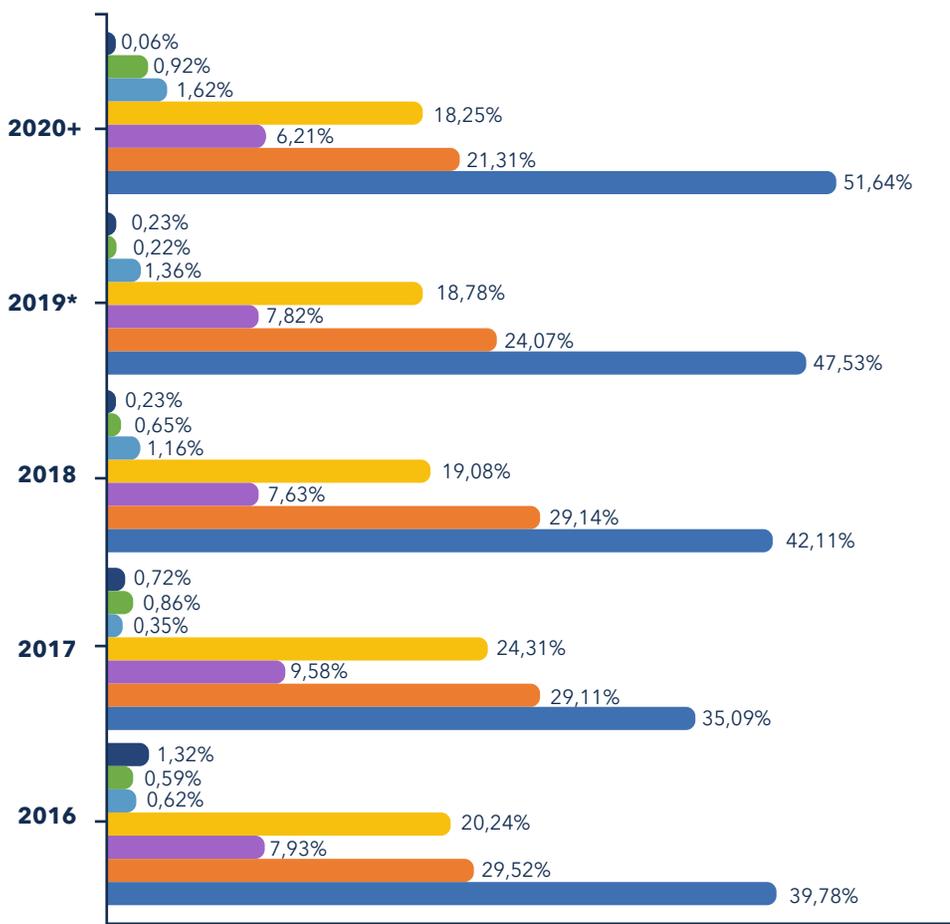
Fuentes: OCyT, DANE - EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020
 Cálculos: OCyT
 *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

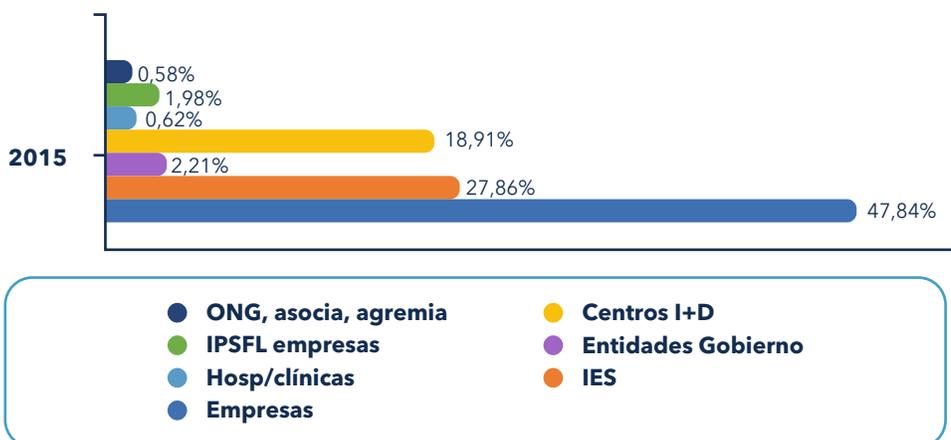
Otro de los grupos institucionales que presenta un pequeño repunte es el de las ONG, asociaciones gremiales y profesionales, donde también se da una pequeña recuperación de la inversión. Sin embargo, sigue muy por debajo de los años anteriores, por ejemplo, para el año 2016 representaban un 1.50% de la inversión en ACTI mientras que para el año 2020 se ubicaron en el 0.49%, reactivando sus actividades frente al 0.39% del año 2019.

En cuanto a la I+D, la ejecución de la inversión en esta actividad ha disminuido de 29.11% a 21.31% en el periodo 2017-2020. Dentro de esta tendencia, cabe resaltar, el comportamiento de la ejecución de las empresas, que aumentó en este periodo del 35.09% al 51.64%, mientras que entidades como las IES han perdido representatividad desde el año 2017 (pasando del 29.11% al 21.31%). Este descenso también podría ser explicado por el cese de actividades debido a la pandemia,

que para las IES representó dificultades en los avances de procesos en investigación, visitas a áreas de experimentación, recolecciones de muestras, estudios de poblaciones e incluso acceso a laboratorios. Queda por explorar cuánto se tardarán estos procesos en reactivarse efectivamente con los retornos graduales a la denominada “nueva normalidad”.

Gráfica 4. Inversión en I+D por tipo entidad ejecutora, 2015 - 2020





Fuentes: OCyT, DANE - EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020
 Cálculos: OCyT
 *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

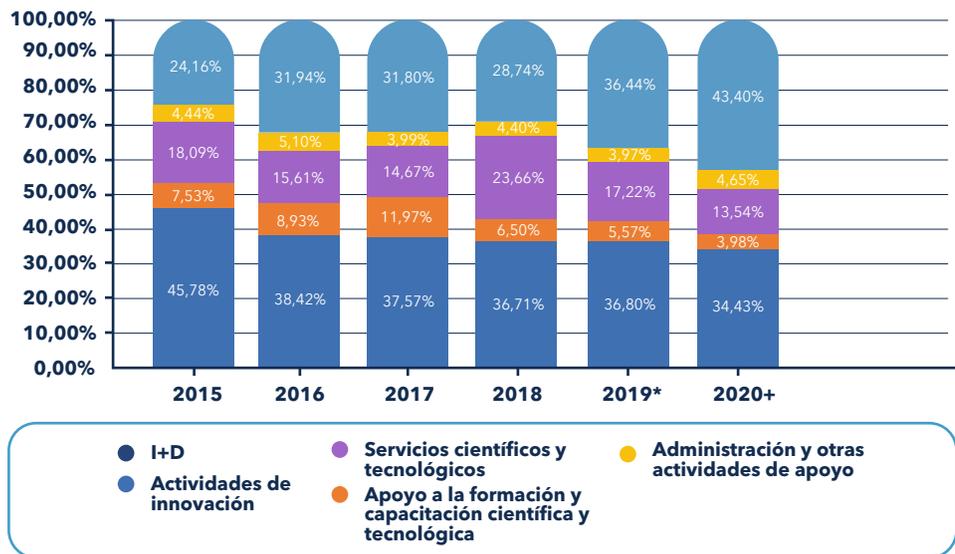
Al analizar el comportamiento de cada una de las ACTI (I+D, el apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, los servicios científicos y tecnológicos, las actividades de innovación, la denominada administración y actividades de apoyo) se evidencia cómo las tres primeras, al hacer la comparación 2019 vs 2020, han perdido participación, pero esto podría estar explicado por las dificultades que entidades como IES, centros de investigación, las asociaciones gremiales y profesionales tuvieron durante el 2020 para el desarrollo de sus actividades.

La Gráfica 5 permite ver el decrecimiento de la participación de la I+D, la formación y los servicios científicos y tecnológicos, frente al aumento de actividades conducentes a la innovación, hecho que puede ser explicado por los diferentes instrumentos de política pública, sumados a la reacción del sector productivo frente a las nuevas necesidades y modelos de producción y comercialización que trajo la pandemia. Este es otro de esos puntos a los que vale la pena hacer seguimiento en años futuros.

La administración y actividades de apoyo han tenido durante todo el periodo un peso un poco inferior al 5% de la inversión nacional y a pesar de parecer marginal, tiene una relativa importancia en las entidades gubernamentales que financian I+D y dan cuenta de esfuerzos extra para la gestión de recursos para la realización de actividades de CTel pese a las condiciones de pandemia.

Adicionalmente, llama la atención el aumento de la participación en la I+D de los hospitales y clínicas, al pasar de 1.36% en 2019 al 1.62% en 2020, aunque en el agregado parece marginal, resalta el papel de este tipo de instituciones y el interés para producir nuevo conocimiento pese a tener que ser la “primera línea” en la atención de la emergencia y todo lo que esto implicó en cuanto a recursos humanos, físicos y financieros.

Gráfica 5. Inversión en ACTI por tipo de actividad, 2015 - 2020



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020
 Cálculos: OCyT
 *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

Los niveles de inversión en apoyo a la formación científica y tecnológica se han mantenido en valores cercanos al 7%, sin embargo, para el último año cae alrededor del 3.89%, lo que puede ser explicado tanto por los efectos de la pandemia y el impacto que sobre los programas a nivel de posgrado que se dieron, como por un subregistro de información. Dentro de las actividades de formación científica y tecnología debe ser reportados: “los gastos en educación formal a nivel de maestría y doctorado y la formación permanente de científicos e ingenieros”; las IES deberán incluir aquí, además, los costos de poner y tener en funcionamiento sus programas de Maestrías y Doctorados (profesores, infraestructura, laboratorios, etc.)”(OCyT, 2021), además de aquellos programas vinculados con la denominada “carrera del investigador” como semilleros y jóvenes investigadores. Esto refleja que estas cifras no parecen ser consistentes con los 2.679 programas nacionales de maestría, 587 especializaciones médico-quirúrgicas y más de 434 programas nacionales de doctorado activos en el país.

Inversión en ACTI e I+D como porcentaje del PIB

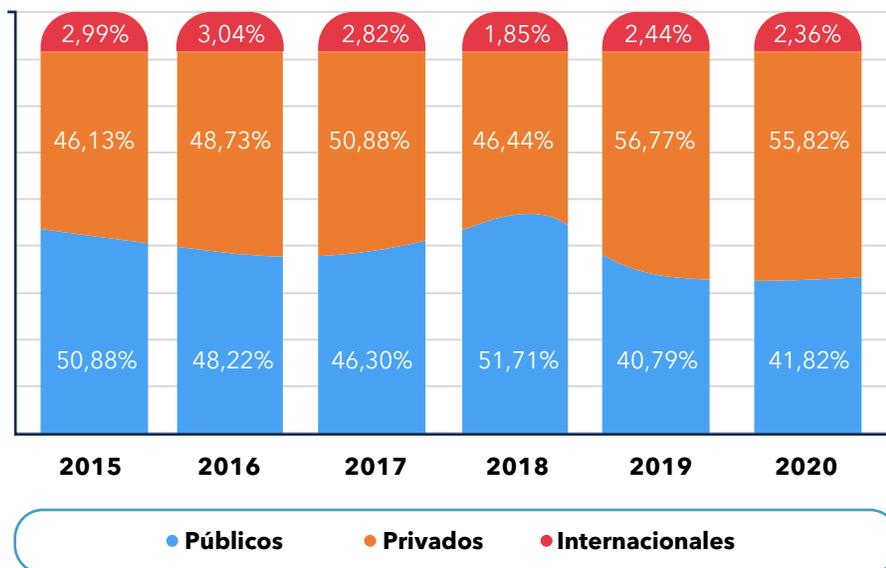
El origen de los recursos con los que se financian las actividades de CTel es otro aspecto importante de análisis, pues a partir de este se puede identificar qué tipo de entidades son las que están financiando la actividad, otras posibles fuentes de recursos y dónde podrían darse nuevos ejercicios de apalancamiento. Esta información es muy relevante al considerar las metas del plan de desarrollo del presente cuatrienio, ya que para 2022 se espera llegar a una inversión del 0,7% del PIB en I+D, de la cual, al menos la mitad deberá ser inversión privada.

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

Las Gráficas 6 y 7 muestran respectivamente la financiación de las ACTI y la financiación de la I+D por tipo de recurso. Dentro de la categoría de recursos públicos se incluye: los recursos propios de todas las entidades de carácter público que, además de las entidades del Presupuesto General de la Nación - PGN, incluyen centros de investigación públicos, IES y hospitales públicos, además de los recursos de la asignación para la ciencia, la tecnología y la innovación, antes denominados del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTel-SGR). Del mismo modo, la financiación que hacen las entidades públicas a diferentes proyectos que ejecutan entidades públicas o privadas (como es el caso de las convocatorias de MinCiencias), son consideradas como inversión

pública. Análogamente, los recursos propios de todas las instituciones privadas son privados y toda la financiación de entidades internacionales o multinacionales, así sea por convenios o por cooperación internacional, se entiende como recursos internacionales.

Gráfica 6. Financiación de las ACTI por tipo de recurso, 2015 - 2020

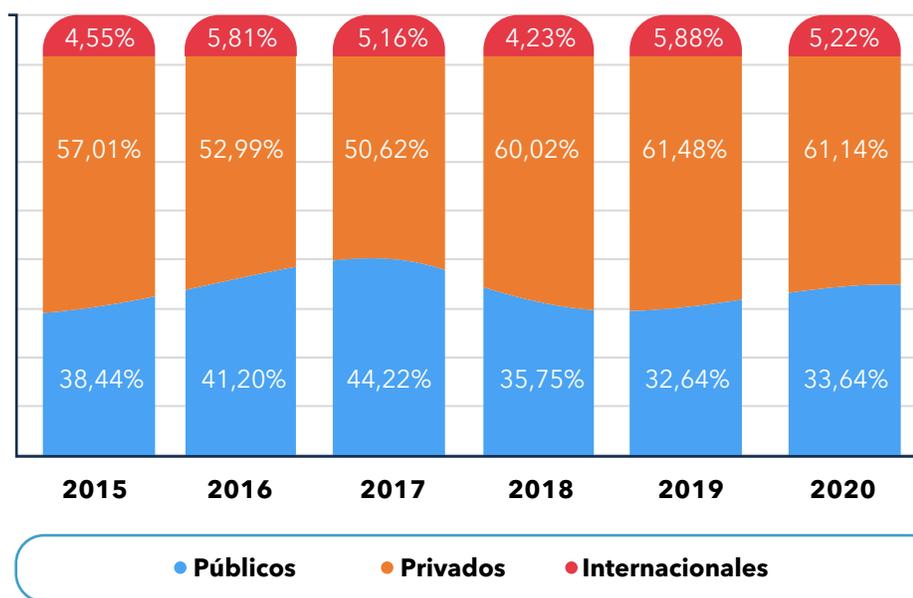


Fuentes: OCyT; DANE - EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020
Cálculos: OCyT
 *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

Históricamente la mayor financiación de las ACTI ha provenido del sector público, sin embargo, en los últimos años se ha dado una recomposición de esta distribución, logrando que para los años 2019 y 2020 esta haya sido mayoritariamente privada (56.77% y 55.82% respectivamente), mientras que la financiación pública se ha reducido acerca del 42%. La inversión internacional se ha mantenido entre el 2% y el 3% del total de la inversión nacional.

En cuanto a la financiación de la I+D, por tipo de recurso, la situación difiere un poco de la financiación en ACTI. Esta ha sido mayoritariamente privada, oscilando ente el 50% y el 60%, mientras la publica oscila entre el 32% y el 44% para los últimos años. En particular, para el año 2020, aunque los porcentajes de participación se mantuvieron relativamente igual (públicos: 23.64% y 33.64%; privados 61.48% y 61.14% e internacionales 5.88% y 5.22%), si se ve una caída de los recursos de cada una de las fuentes pasando los públicos de \$926,101 millones de pesos colombianos de 2015 a \$796,770 MDP, los privados de \$1,744,399 MDP de 2015 a \$1,448,072 MDP y los privados de \$166,926 MPD a \$123,744 millones de pesos colombianos.

Gráfica 7. Financiación de la I+D por tipo de recurso, 2015 - 2020

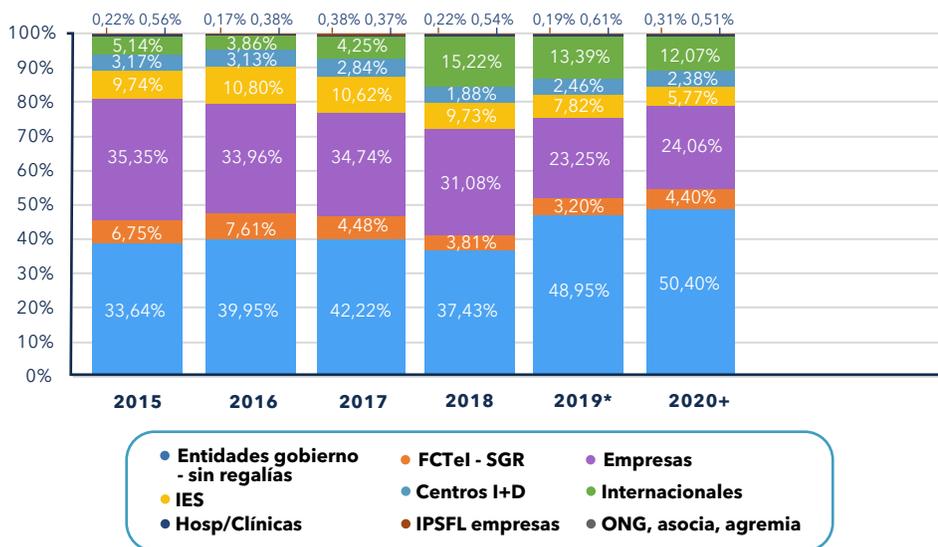


Fuentes: OCyT; DANE - EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020
 Cálculos: OCyT
 *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

De otra parte, la financiación de las ACTI y la I+D por tipo de entidad financiadora se puede apreciar en las Gráficas 8 y 9 respectivamente. En relación con la financiación de las ACTI, las mayores financiadoras son las entidades del Gobierno Central (sin incluir regalías), representando para el 2020 cerca del 51% de la financiación, que sumado a los recursos del FCTel del SGR representan \$3,769,893 millones de pesos colombianos de 2015 de los \$6,878,983 MDP de ejecución en ACTI. El tercer y cuarto lugar en relación con los tipos institucionales que más recursos aportan para la ejecución en ACTI corresponde a las empresas y entidades internacionales (con el 24.06% y el 12.07% respectivamente). En este punto cabe destacar, que los recursos que proveen las empresas son ejecutados casi en su totalidad por ellas mismas, es decir, es mínimo en proporción el aporte que realizan a la financiación de otros sectores institucionales.

Por otra parte, las entidades públicas, actúan básicamente como financiadoras y son las que transfieren recursos para que otro tipo de entidades puedan desarrollar y generar nuevo conocimiento.

Gráfica 8. Financiación de las ACTI por tipo de institución, 2015 - 2020

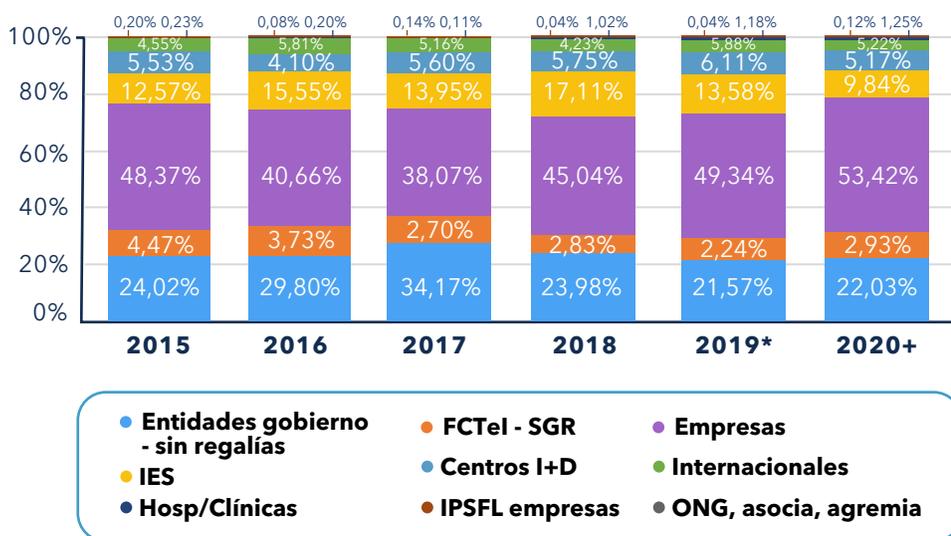


Fuentes: OCyT; DANE - EDIT8 VIII a IX, EDIT5 V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020
 Cálculos: OCyT
 *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

En relación con los recursos del SGR, luego de un pico en ejecución que se dio en el año 2015, ha tenido un estancamiento del que han venido recuperándose lentamente, pero sin alcanzar los niveles esperados, es decir, continúa habiendo un rezago entre el año de aprobación de los proyectos, el inicio de los mismos y su ejecución. Es importante resaltar que esta medición se hace a partir de las ejecuciones de los proyectos financiados por el FCTel y no de las aprobaciones, y como en su mayoría son proyectos de mediano plazo, su efecto sobre los indicadores tarda un poco en reflejarse.

El resto de los tipos de instituciones (IES, Centros de I+D, los hospitales y clínicas, las IPSFL al servicio de las empresas y las ONG) tiene participaciones marginales en la financiación de las ACTI, más bien se autofinancian y aparecen como receptoras de recursos provenientes de otros grupos de instituciones, por ejemplo, en el caso de las IES son estas las que cuentan con la capacidad para su desarrollo.

Gráfica 9. Financiación de la I+D por tipo de institución, 2015 - 2020



Fuentes: OCyT; DANE - EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N - Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 - 2020

Cálculos: OCyT

*Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

En la financiación de la I+D (Gráfica 9) es el sector empresarial el que representa cerca del 54% de la financiación para la generación de nuevo conocimiento, mientras que la financiación pública, incluyendo regalías, financia solo alrededor del 25%. Al igual que en el caso de ACTI, la financiación de las empresas va dirigida a su propia ejecución; luego de las empresas y la financiación pública, son las IES las entidades que aparecen en un tercer lugar como financiadoras de la I+D (con cerca del 9.84%). Sin embargo, de manera consistente con los indicadores referentes a la ejecución, su participación en términos porcentuales se vio reducida con respecto al año anterior y pasando de tener unos recursos por \$385.366 millones de pesos colombianos de 2015 a \$233.141 MDP.

A manera de conclusion...

Al igual que en muchos otros aspectos, la pandemia y sus efectos han tenido impacto sobre las inversiones en ACTI e I+D. Sin embargo, y a pesar de la creciente conciencia de que el avance científico y tecnológico, el aumento de las capacidades productivas, la integración de las diferentes políticas sectoriales a las de CTel, entre otras medidas puede atender problemas como a los que nos enfrentamos en la actualidad. En países con economías como la de Colombia, con recursos escasos y la priorización en su asignación, se afectó el desarrollo de las actividades de CTel. Esto se ve concretamente en la caída en la participación del gasto del PIB tanto en ACTI como en I+D, que en el contexto de un PIB recesivo de -6.8% evidencia la disminución, aún más pronunciada, de los recursos destinados a estas actividades.

El retroceso de este último año podría impactar de manera importante las metas del Gobierno Nacional para este cuatrienio en el Plan de

Desarrollo. Es importante hacer seguimiento al desarrollo de las ACTI en los próximos años, para comprobar si los procesos que de alguna manera quedaron en “pausa” durante el 2020 a causa de la pandemia, se reactivan junto con el retorno a la nueva normalidad y se da un nuevo repunte de las ACTI, pero lo que no es claro (hasta la fecha de la publicación de este capítulo) es cuánto tiempo tomará dicha reactivación.

Finalmente, parte de los retos que trae la “nueva normalidad” para el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y sus mediciones de la inversión en CTel es la identificación de los nuevos actores que pudieron llegar al sistema por la pandemia y las medidas, tanto públicas como privadas, que se dieron para minimizar los impactos de esta (particularmente en términos de innovación).

Del mismo modo, hacer seguimiento a las variaciones en las participaciones de los diferentes tipos de ACTI, por ejemplo, las reducciones en la formación de alto nivel y los aumentos en las actividades conducentes a la innovación, sus impactos sobre la producción académica y el sector productivo se convierten en interesantes temas de observación para futuros análisis.



Nota metodológica

Para la construcción de los indicadores de inversión en ACTI se utilizan como fuentes principales de información las siguientes: i) la Encuesta nacional de inversión en ACTI⁶ llevada a cabo por el OCyT desde 2007y que recopila información de las entidades ejecutoras y financiadoras de actividades de ciencia, tecnología e innovación en el país; ii) el ejercicio de clasificación y cuantificación de las ejecuciones de proyectos financiados por las Asignaciones para ciencia, tecnología e innovación del Sistema General de Regalías y iii) las EDIT y EDITS llevadas a cabo por el DANE, como fuente de información para el sector empresarial.⁷

La encuesta nacional de inversión en ACTI para el año 2021 fue aplicada a 398 entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTel (incluyendo entidades de la Administración Pública, Asociaciones y agremiaciones, Centros de investigación y desarrollo tecnológico, Clínicas y hospitales, IPSFL al servicio de las empresas, Instituciones de Educación Superior y ONG), con una respuesta de 67%.

⁶. Esta encuesta se lleva a cabo de manera conjunta con la Encuesta de inversión en ACTI agropecuaria, en un esfuerzo coordinado con Agrosavia

⁷. Para Medellín y el área metropolitana esta información es complementada con el ejercicio de Medición de la innovación llevada a cabo por Ruta N y el Centro Nacional de Consultoría - CNC.

En relación con las ejecuciones de proyectos financiados a través del SGR, se incluyen los recursos de las Asignaciones para CTel, así como las relacionados con las cofinanciaciones de las entidades participantes de dichos proyectos.

Para el sector empresarial, se toman los datos de las EDIT y EDTIS para los años que están disponibles, y se llevan a cabo las estimaciones pertinentes en los casos donde aún no se ha publicado la información y que hacen parte de la serie de indicadores calculados.

REFERENCIAS

Jaramillo, H. (2002). *Hacia la Construcción de una Metodología para la Determinación del Gasto en Ciencia y Tecnología*. Universidad del Rosario. Bogotá

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

OCyT (2021). *Guía para el diligenciamiento de la Encuesta ACTI mediante el aplicativo web - Centros de Investigación, Asociaciones y Agremiaciones Profesionales, IPSFL, Instituciones de Educación Superior - IES y Clínicas y Hospitales*. Bogotá



Andrea Guevara Rey

Líder Área de inversión

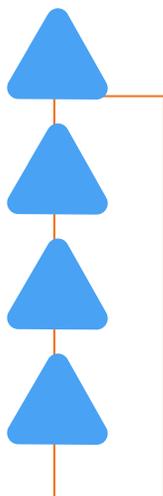
CONTACTO OCYT

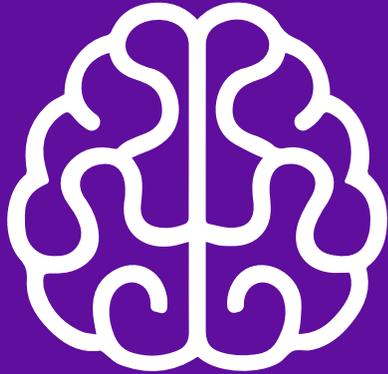
Correo: : aguevara@ocyt.org.co

Área de Inversión

Economista de la Universidad Nacional de Colombia y desde hace varios años ha trabajado en el seguimiento a las capacidades en ciencia, tecnología e innovación, desde la construcción de indicadores de inversión, la elaboración y cálculo de líneas base de indicadores sectoriales y regionales, hasta la gestión y ejecución de proyectos de CTel financiados a través de las asignaciones del Sistema General de Regalías - SGR.

Vinculada al área de inversión del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología desde 2010, donde ha participado en la recolección de información de la encuesta nacional de inversión en ACTI, como investigadora, coordinadora del operativo y actualmente como Líder del Área de Inversión 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.





Capítulo 02

Recurso humano para
Ciencia, Tecnología e
Innovación: formación
y características
sociodemográficas

Autores

Alida María Acosta
Miguel Ángel Méndez



“ El recurso humano para la ciencia y la tecnología constituye un grupo fundamental en el desarrollo de la economía y el bienestar de un país, ya sea porque directamente generan innovaciones o porque contribuyen al desarrollo y difusión del conocimiento que beneficia la presente y futuras generaciones.”



Recurso humano para Ciencia, Tecnología e Innovación: formación y características sociodemográficas

Autores: Alida María Acosta y Miguel Ángel Méndez

Este capítulo presenta indicadores sobre el recurso humano para ciencia, tecnología e innovación (CTel) en Colombia durante para el período 2009- 2019. Los indicadores constituyen un punto de referencia para que, a partir de información asociada con la formación y variables sociodemográficas, abordar la reflexión sobre el papel que tiene el recurso humano en la producción del conocimiento y el desarrollo de CTel a nivel del país, en una determinada región o un departamento; formular diagnósticos y política, priorizar necesidades y tomar decisiones para la gestión de la CTel.

El recurso humano para la ciencia y la tecnología constituye un grupo fundamental en el desarrollo de la economía y el bienestar de un país, ya sea porque directamente generan innovaciones o porque contribuyen al desarrollo y difusión del conocimiento que beneficia la presente y futuras generaciones.

Siguiendo el enfoque del Manual de Frascati¹, el recurso humano para ciencia, tecnología e innovación (CTel) se puede organizar en dos tipos de personal, aquellos que ingresan al sector CTel por ruta académica y los que ingresan por ruta ocupacional.

En el primer grupo está el personal que, a través de educación formal, específicamente de los estudios hechos después de haber completado el ciclo de educación media (categoría 5, 6 o 7 según la clasificación internacional normalizada de la educación por la UNESCO, CINE)², ha adquirido las habilidades para hacer actividades de CTel, ya sean acciones que conducen al desarrollo de nuevo conocimiento o al desarrollo de herramientas o procesos que permiten usar y aplicar el conocimiento. Por otro lado, en la 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 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.

Para el análisis que aquí se presenta, solo se incluye el tipo de personal del primer grupo, aquellos que, por entrenamiento formal a través de programas de pregrado, técnicos, tecnológicos, especialización, maestría o doctorado, están o no haciendo actividades de CTel. Este capítulo, ofrece algunos indicadores para pregrado, pero hace énfasis

1. 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 de Frascati 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.

2. Clasificación Internacional normalizada de la educación por la UNESCO

en maestrías y doctorado (formación de alto nivel), por cuanto se espera que este ciclo educativo desarrolle el nivel de capacidad requerido para producir nuevo conocimiento, tecnología e innovación en el país.

De esta forma la primera parte de este capítulo, se entregan indicadores asociados con la formación para CTel a saber: oferta de programas, graduados y financiación para acceder a los programas de formación e ingresos salariales por nivel de formación. En la segunda parte, se presenta un conjunto de indicadores sociodemográficos asociados con la vinculación laboral y la productividad en CTel, los cuales describen el recurso humano para CTel en cuanto a composición etario, sexo, nivel educativo, vínculos institucionales, y producción científica por áreas de conocimiento de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)³

Aquí es necesario anotar que, por la naturaleza misma del desarrollo de la ciencia, por las diferentes perspectivas que hay en la comunidad científica y por las variaciones en los sistemas administrativos de la CTel, la clasificación OCDE, aunque probablemente no logra satisfacer las necesidades de todos los actores del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SNCTel), es un referente estructurado y de uso internacional que permite hacer estadística comparada, monitoreo, evaluación y asignación de recursos, entre otros.

El esquema OCDE de categorización de áreas (2006) usado en este reporte, es en correspondencia con la clasificación presentada por el Manual de Frascati en la revisión de las áreas de ciencia y tecnología FOS (2002), por sus iniciales en inglés field of science and technology. La clasificación se presenta en dos niveles: áreas y disciplinas. Las seis

3. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

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).

En donde las fuentes de datos lo permiten, se hace la desagregación por áreas OCDE y sexo (Mujer-Hombre). Los datos sobre género las fuentes aún no los tienen registrado de forma sistemática, por consistencia en este informe se habla de brecha de sexo y no sobre brecha de género.

Indicadores de formación de recurso humano para CTel

A continuación, se presentan los indicadores de formación por nivel (pregrado, maestría y doctorado), relacionados con estudiantes graduados y oferta académica (programas y modalidad); becas otorgadas para cursar estudios de posgrado y beneficiados por el programa de Jóvenes Investigadores, así como información sobre el programa de estancias postdoctorales y el ingreso salarial por nivel de formación.

- **Graduados**

La Tabla 1 presenta información relacionada con el número de estudiantes graduados anualmente en el país entre el 2009-2019 según nivel de formación.

Tabla 1. Graduados en Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas, 2009 - 2019 por nivel de formación

Nivel de formación	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Técnica profesional ¹	19.429	19.805	18.942	23.305	19.261	12.750	17.030	17.575	22.603	20.562	21.066	212.328
Tecnológica ¹	26.148	25.016	76.904	87.219	98.045	102.486	102.185	122.100	133.933	133.573	142.268	1.049.877
Pregrado universitario	117.981	120.737	132.839	153.573	161.732	167.897	178.379	194.823	208.917	226.508	234.815	1.898.201
Especialización	43.911	55.676	63.162	70.208	61.833	63.992	62.076	67.667	70.793	71.648	73.788	704.754
Maestría	4.803	5.933	7.669	10.260	10.589	12.074	14.602	20.402	25.351	28.928	24.846	165.457
Doctorado PhD	173	211	276	339	330	408	466	615	770	803	961	5.352
Total graduados	212.445	227.378	299.792	344.904	351.790	359.607	374.738	423.182	462.367	482.022	497.744	4.035.969

Nota 1. La variación en el número de graduados para los niveles de técnica profesional y tecnológica obedece a la obtención de registro calificado de programas del SENA. El MinEduación realiza auditorías periódicas a la información reportada por las IES, esto explica diferencias con los datos suministrados en versiones previas.

Fuentes: Datos tomados del Ministerio de Educación Nacional (MinEduación), Observatorio Laboral para la Educación (OLE), consulta y actualización a agosto 2020. <http://www.graduadoscolombia.edu.co:8380/eportal/web/observatorio-laboral/v>.

Cálculos: OCyT.

Del total de graduados entre 2009 y 2019, el 4% tienen formación de alto nivel (maestría y doctorado); 17% se han formado en programas de especialización, mientras que un 31% de programas son de técnicos o tecnológicos y un 48% solo tiene formación de pregrado. La información reportada en este periodo muestra un aumento continuo en el número de graduados de todos los programas, excepto para el caso de maestría en el 2019, año en el cual las cifras muestran una reducción del 7% en graduados comparado con el periodo inmediatamente anterior (2018). Sin embargo, entre los programas de formación de alto nivel los programas de maestrías tienen el acumulado más alto en número de graduados para el periodo 2009-2019.

La Tabla 2 muestra la distribución de graduados a nivel departamental evidenciando que Bogotá registra el mayor número de graduados de todo el país en pregrado, maestría y doctorado; seguido por el departamento de Antioquia con el mayor número de graduados de pregrado y doctorado y siguiendo a Bogotá, Santander con el mayor número de graduados de programas de maestría. Al otro extremo,

las cifras para el periodo mencionado muestran 2 departamentos con solo 1 estudiante de pregrado graduado (Archipiélago de San Andrés y Vaupés); 3 departamentos sin graduados de maestría (Vichada, Arauca y Guaviare) y 16 de los 33 departamentos sin graduados de formación doctoral.

Los departamentos con bajas cifras de graduados están en su mayoría por fuera de la región Andina, donde la accesibilidad a los programas de formación universitaria es más alta; esta concentración territorial de la formación puede tener consecuencias tanto, en la generación de conocimiento, como en la formación de los nuevos recursos humanos para CTel.

Tabla 2. Graduados en universidades nacionales por entidad territorial, 2019

Entidad territorial	Pregrado	Maestría	Doctorado <i>PhD</i>
Bogotá D.C.	86.071	9.424	424
Antioquia	26.831	2.914	249
Valle del cauca	16.802	2.169	98
Santander	12.651	3.374	27
Atlántico	11.988	1.336	25
Norte de Santander	7.352	415	0
Bolívar	6.977	519	13
Boyacá	5.877	577	19
Cundinamarca	5.597	646	5
Tolima	5.521	124	1
Nariño	5.237	288	2
Risaralda	5.188	628	17
Córdoba	4.664	122	0
Caldas	4.482	1.064	60
Cauca	4.288	267	14
Sucre	3.837	63	0
Magdalena	3.639	126	0
Huila	3.438	188	2

Meta	3.344	42	1
Cesar	2.820	31	1
Quindío	2.567	136	2
La Guajira	1.624	167	0
Chocó	1.211	95	0
Caquetá	1.084	84	0
Casanare	908	2	0
Putumayo	396	3	0
Arauca	298	0	0
Guaviare	52	0	0
Amazonas	42	8	0
Guainía	15	11	0
Vichada	12	0	0
Archipiélago de San Andrés	1	5	0

Fuentes: Datos tomados del Ministerio de Educación Nacional (MinEducación), Observatorio Laboral para la Educación (OLE), consulta y actualización a agosto 2020 <http://www.graduadoscolombia.edu.co:8380/portal/web/observatorio-laboral/>.

Cálculos: OCyT.

Programas de formación

La visión interdisciplinaria del conocimiento es fundamental para la solución de los problemas complejos que atañen a las diferentes sociedades alrededor del mundo. En tal sentido, en la medida que la fuente lo permita los datos en este informe son agregados por área OCDE del conocimiento, una estructura interdisciplinaria del conocimiento usada de manera generalizada en los países miembros de la organización y de referencia global.

La Tabla 3 muestra para el 2019, la oferta de programas de formación en Colombia por área OCDE y modalidad. Este indicador no había sido reportado en informes anteriores, sin embargo, en respuesta a los retos de la pandemia por COVID-19, el sistema educativo requirió cambios en la modalidad de las clases, algunos de los cuales posiblemente

se mantengan una vez superada la pandemia, por lo tanto, tener el registro actual de la modalidad permitirá futuras comparaciones. A 2019, los programas de formación en Colombia aparecen clasificados en una de estas tres modalidades: presencial, distancia tradicional (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); y distancia virtual (hay interacción entre el estudiante y el docente a través de plataformas tecnológicas). Aunque a la fecha de creación de este reporte no está incluida en la fuente de datos la categoría de educación en línea, (cuando estudiante y docente deben coincidir en tiempo y espacio virtual) esta es una categoría emergente y con un alto potencial de consolidación como resultado del desarrollo de las tecnologías de la comunicación y de la pandemia.

De esta tabla se destaca la proporción de programas virtuales para las Ciencias Sociales que está muy por encima de las otras áreas, como también que los pregrados presentan muy poca cantidad de programas en virtualidad en comparación a las maestrías, efecto que podría ser diferente en los años venideros con la transformación digital de la educación.

Tabla 3. Número de programas de formación ofrecidos en Colombia por tipo de programa, modalidad y área OCDE para el 2019

Nivel de formación	Modalidad	Ciencias Agrícolas	Ciencias Médicas y de la Salud	Ciencias Naturales	Ciencias Sociales	Humanidades	Ingeniería y Tecnología	Total
Doctorado	Distancia (tradicional)	0	0	0	0	0	0	0
	Distancia (virtual)	0	0	0	0	0	0	0
	Presencial	32	54	213	359	66	237	961
	Total	32	54	213	359	66	237	961
Maestría	Distancia (tradicional)	0	8	0	342	0	12	362
	Distancia (virtual)	0	19	38	3622	24	70	3773
	Presencial	230	1352	896	14248	676	3309	20711
	Total	230	1379	934	18212	700	3391	24846
Especialización	Distancia (tradicional)	97	261	0	6859	1	123	7341
	Distancia (virtual)	8	346	17	10040	21	1337	11769
	Presencial	161	3557	279	43846	310	6525	54678
	Total	266	4164	296	60745	332	7985	73788
Técnica profesional	Distancia	208	120	0	1354	0	346	2028
	Distancia (virtual)	39	0	0	1108	32	152	1331
	Presencial	570	786	22	11406	1362	3561	17707
	Total	817	906	22	13868	1394	4059	21066
Tecnológica	Distancia (tradicional)	107	454	290	4290	1	1173	6315
	Distancia (virtual)		80	293	5063	28	1561	7025
	Presencial	3706	5202	1834	69493	5307	43386	128928
	Total	3813	5736	2417	78846	5336	46120	142268
Pregrado universitario	Distancia (tradicional)	323	892	9	32455	80	2989	36748
	Distancia (virtual)	9	11	0	10648	106	2313	13087
	Presencial	2379	18698	3625	102849	7983	49446	184980
	Total	2711	19601	3634	145952	8169	54748	234815

Fuentes: Datos tomados del Ministerio de Educación Nacional (MinEducación), Observatorio Laboral para la Educación (OLE), consulta y actualización a agosto 2020.
Cálculos: OCyT.

A continuación, se presenta para el período 2009-2019, la dinámica de oferta de programas de formación de alto nivel y el registro de graduados por nivel de formación en cada una de las 6 gran áreas y disciplinas de esta clasificación. Al 2019 había en Colombia 2,517 programas de maestría y 386 programas de formación doctoral, a continuación, por separado para maestrías y doctorados, se presenta esta información:

- En relación con la oferta de programas de maestría, la Tabla 3a muestra el conteo de programas por disciplinas para cada una de las áreas OCDE entre el 2009-2019. Las cifras para el 2019, indican que el mayor número de programas de maestría está asociado con el área de Ciencias Sociales, mientras que Ciencias Agrícolas tiene el menor número de programas de maestría para este año. Comparativamente, entre el 2018 y el 2019, se registra un aumento en el número de programas de maestría en todas las áreas OCDE.

Tabla 3a. Programas nacionales de maestría por área de la ciencia y la tecnología OCDE y NBC, 2009 - 2019

Gran Área OCDE	Año										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ciencias naturales y exactas	77	74	97	93	109	118	123	127	129	161	210
Ingeniería y tecnología	103	120	150	162	201	225	255	325	349	367	492
Ciencias médicas y de la salud	51	55	61	70	80	90	107	626	536	648	738*
Ciencias Agrícolas	14	16	21	24	26	28	31	36	40	42	56
Ciencias Sociales	223	258	342	407	525	584	672	844	916	1105	1376
Humanidades	43	45	55	56	63	107	140	203	82	100	139
Sin Clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	264	0	53
Total	511	568	726	812	1.004	1.152	1.328	2.161	2.316	2.423	3.064

Nota: Las cifras de los programas nacionales de maestría reportados corresponden a programas que registran estudiantes con matrícula vigente. De los 613 programas en Medicina, 547 corresponden a programas de especialización médica.

Para consultar los núcleos básicos del conocimiento (NBC) asociados a cada Gran Área OCDE del Conocimiento, consultar el Portal de Datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología: <https://portal.ocyt.org.co/wp/>

Fuentes: Datos tomados del MinEduación, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2019.

Cálculos: OCyT.

De acuerdo con la Tabla 4 Entre el 2009-2019 en el país se graduaron 165.457 profesionales de programas de maestría, de los cuales el 19% fueron graduados en el 2019 y según la información registrada en la misma tabla, 68.51 % de los graduados de maestría entre 2009-2019 profundizó en conocimiento asociado con las disciplinas de Ciencias Sociales; 12.95% en Ingeniería y Tecnología; 7.80% en Ciencias Médicas y de la Salud; 4.93% en Humanidades y 4.83% en Ciencias naturales y exactas. Aunque solo un 0.97% de los graduados de maestría profundizaron en conocimiento asociado con las Ciencias Agrícolas, el número de graduados en esta área ha sido incremental pasando de 72 graduados en el 2009 a 230 en el 2019.

Tabla 4. Graduados en programas nacionales de maestría por área de la ciencia y la tecnología OCDE y Núcleo Básico de Conocimiento NBC, 2009 - 2019

Gran Área OCDE	Año											Total 2009 - 2019
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Ciencias naturales y exactas	409	566	598	664	632	770	692	741	860	1.128	934	7.994
Ingeniería y tecnología	872	879	1.472	1.901	1.428	1.612	1.902	2.225	2.711	3.035	3391	21.428
Ciencias médicas y de la salud	281	362	422	490	541	651	744	2.423	2.639	2.967	1379	12.899
Ciencias Agrícolas	72	93	102	124	134	163	148	154	173	219	230	1.612
Ciencias Sociales	2.940	3.684	4.592	6.646	7.379	8.267	10.279	13.657	16.969	20.738	18.212	113.363
Humanidades	229	349	483	435	475	611	837	1.199	1.999	841	700	8.158
Sin Clasificar	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Total	4.803	5.933	7.669	10.260	10.589	12.074	14.602	20.402	25.351	28.928	24846	165.457

Nota: Los programas sin clasificar corresponden a una categoría observada en la plataforma del Observatorio Laboral para la Educación (OLE), la cual no es posible desagregar para homologar con el NBC

Para consultar los núcleos básicos del conocimiento (NBC) asociados a cada Gran Área OCDE del Conocimiento, consultar el Portal de Datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología: <https://portal.ocyt.org.co/wp/>

Fuentes: Datos tomados del MinEducación, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre de 2019.

Cálculos: OCyT.

Pasando ahora a los doctorados, la Tabla 5 registra que al 2019 se estaban ofreciendo en el país 244 programas de doctorado, con el más alto porcentaje en Ciencias Sociales (37.40%), seguido por Ingeniería y Tecnología (22.59%), Ciencias Naturales y Exactas (18.70 %), Ciencias

Médicas y de la Salud (10.90%), Humanidades (5.97%) y Ciencias agrícolas (5.19%).

Tabla 5. Programas nacionales de doctorado por área OCDE y NBC, 2009 - 2019

Gran Área OCDE	Año										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ciencias naturales y exactas	27	31	40	41	46	49	51	58	58	67	72
Ingeniería y tecnología	22	28	35	35	44	47	52	54	64	68	87
Ciencias médicas y de la salud	12	13	16	15	18	19	19	25	23	31	42
Ciencias Agrícolas	6	9	10	11	12	12	13	13	13	13	20
Ciencias Sociales	28	39	49	53	66	63	70	86	93	111	141
Humanidades	8	10	12	13	16	26	27	30	17	20	23
Sin Clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
Total	103	130	162	168	202	216	232	266	293	199	385

Nota: Las cifras de los programas nacionales de doctorado reportados corresponden a programas que registran estudiantes con matrícula vigente. Para consultar los núcleos básicos del conocimiento (NBC) asociados a cada Gran Área OCDE del Conocimiento, consultar el Portal de Datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología: <https://portal.ocyt.org.co/wp/>

Fuentes: Datos tomados del MinEduación, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre de 2019.

Cálculos: OCyT.

Por su parte, la población graduada de programas doctorales, Tabla 6 muestra que al igual que, en los programas de maestría, el área de Ciencias Sociales tiene el número más alto de graduados y representa un 37.35% del total de la población graduada de programas doctorales en el periodo 2009-2019. Mientras que un 24.22% son doctores en disciplinas asociadas con la Ingeniería y Tecnología; 23.19% en Ciencias Naturales y exactas; 7.03% Ciencias médicas y de la salud; 6.86% en Humanidades y un 5.40% en Ciencias agrícolas.

Observando solo el 2019, el año que registra el mayor número de doctores graduados en la década, se observa aumento de graduados en todas las áreas OCDE menos para ciencias agrícolas, área en la que hubo una reducción del 3% en comparación con los datos del año inmediatamente anterior, 2018.

Tabla 6. Graduados de programas nacionales de doctorado por área OCDE y NBC, 2009 - 2019

Gran Área OCDE	Año											Total 2009 - 2019	% Sobre el total
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Ciencias naturales y exactas	57	75	89	75	89	90	102	133	154	164	213	1.241	23,19%
Ingeniería y tecnología	40	40	75	85	75	97	103	154	186	204	237	1.296	24,22%
Ciencias médicas y de la salud	13	28	21	14	23	28	54	45	47	49	54	376	7,03%
Ciencias Agrícolas	10	9	21	22	17	34	33	40	34	37	32	289	5,40%
Ciencias Sociales	36	48	43	118	108	128	145	184	258	284	359	1.711	31,97%
Humanidades	17	11	27	25	18	31	29	59	91	65	66	439	8,20%
Total	173	211	276	339	330	408	466	615	770	803	961	5.352	100,00%

Nota: Para consultar los núcleos básicos del conocimiento (NBC) asociados a cada Gran Área OCDE del Conocimiento, consultar el Portal de Datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología: <https://portal.ocyt.org.co/wp/>

Fuentes: Datos tomados del MinEduación, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre de 2019.

Cálculos: OCyT.

Ingreso salarial

A continuación, se describe el ingreso salarial al 2019 por sexo y año de graduación (2007-2017), la Tabla 6a relaciona los graduados de pregrado. De estos resultados se puede ver que, para todos los años de graduación, hay mayor porcentaje de mujeres para los rangos salariales menores a 4,5 salarios mínimos mensuales locales vigentes (SMMLV) pero esta tendencia cambia para los rangos salariales mayores a 4,5 SMMLV donde predominan en su mayoría los hombres. Lo cual sugiere que existe algún tipo de barrera para la mujer a partir de esta línea salarial.

Relativamente al año de graduación, el número de personas ganando entre 1 y 2.55 SMMLV disminuye en la medida en que el año de graduación se aleja del 2019. Por ejemplo, del total de la población graduada en el 2007, un 35% está en ese rango salarial, mientras que, del total de población graduada en el 2017, un 63% se encuentran en ese rango salarial, lo que es de esperarse dado que estos graduados aumentan sus ingresos al pasar los años.

Tabla 6a. Rango Salarial de graduados por año de graduación por nivel de formación: Pregrado

2019	*Sexo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1 SMMLV-2,5SMMLV	M	8469	9480	10693	11875	14245	18212	21592	25771	32838	41182	50206
	H	5169	5567	6544	7056	8154	10253	12368	14534	19618	23624	29562
	Total	13638	15047	17237	18931	22399	28465	33960	40305	52456	64806	79768
Entre 2,5 y 4,5 SMMLV	M	7581	8738	9812	10164	12011	14248	15991	17181	19409	19713	19013
	H	5484	6006	7111	7679	8693	10669	11867	13413	16073	16467	16333
	Total	13065	14744	16923	17843	20704	24917	27858	30594	35482	36180	35346
Entre 4,5 y 8 SMMLV	M	3895	3906	4257	4358	4516	5157	5320	5371	5566	5052	4624
	H	4069	4401	4880	5084	5121	5746	6234	6325	6622	6152	5397
	Total	7964	8307	9137	9442	9637	10903	11554	11696	12188	11204	10021
Más de 8 SMMLV	M	1433	1364	1381	1253	1221	1272	1165	997	797	655	546
	H	2368	2365	2258	2153	1994	1930	1813	1596	1343	1153	919
	Total	3801	3729	3639	3406	3215	3202	2978	2593	2140	1808	1465
Total		38468	41827	46936	49622	55955	67487	76350	85188	102266	113998	126600

Nota: Para consultar los núcleos básicos del conocimiento (NBC) asociados a cada Gran Área OCDE del Conocimiento, consultar el Portal de Datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología: <https://portal.ocyt.org.co/wp/>

Fuentes: Datos tomados del Ministerio de Educación Nacional MinEduación, Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y consulta y actualización a agosto 2020.

Cálculos: OCyT

En relación con las personas graduadas de maestría, la Tabla 6b muestra que la mayoría tienen un ingreso salarial que 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 de los grupos, lo que nos deja ver que un nivel de formación más alto si tiene incidencia en los ingresos de la persona. 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 6b. Rango Salarial de graduados por año de graduación por nivel de formación: Maestría

2019	*Sexo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1 SMMLV-2,5SMMLV	M	87	123	124	234	246	317	395	470	664	754	950
	H	124	136	177	237	315	379	402	544	593	718	922
	Total	211	259	301	471	561	696	797	1014	1257	1472	1872
Entre 2,5 y 4,5 SMMLV	M	147	194	240	356	464	791	993	1650	2348	3275	4891
	H	108	122	186	247	370	531	719	1062	1437	1979	2815
	Total	255	316	426	603	834	1322	1712	2712	3785	5254	7706
Entre 4,5 y 8 SMMLV	M	397	512	677	990	1110	1733	1710	2372	3088	3728	3976
	H	368	489	587	854	1160	1502	1601	2129	2554	3059	3222
	Total	765	1001	1264	1844	2270	3235	3311	4501	5642	6787	7198
Más de 8 SMMLV	M	359	379	483	524	662	847	862	943	1071	1122	1129
	H	638	657	850	971	1223	1461	1491	1527	1672	1752	1871
	Total	997	1036	1333	1495	1885	2308	2353	2470	2743	2874	3000
Total		2228	2612	3324	4413	5550	7561	8173	10697	13427	16387	19776

Fuentes: : Datos tomados del MinEduación, Observatorio Laboral para la Educación (OLE), consulta y actualización a agosto 2020.
 Cálculos: OCyT.

Para doctores, la Tabla 6c 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. Sin embargo, para la población graduada del 2012 los ingresos empiezan a ubicarse en el cuartil anterior, lo que indica que más personas con doctorado recibieron menos

de 8 SMMLV. Respecto al sexo se nota una clara predominancia de los hombres, sin embargo, esto puede deberse a que como se mostró anteriormente, existe una mayor cantidad de hombres graduados de doctorado que de mujeres.

Tabla 6c. Rango Salarial de graduados por año de graduación por nivel de formación: Doctorado

2019	*Sexo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1 SMMLV-2,5SMMLV	M	0	1	3	5	4	2	4	11	11	13	27
	H	1	1	2	4	4	0	3	6	9	14	24
	Total	1	2	5	9	8	2	7	17	20	27	51
Entre 2,5 y 4,5 SMMLV	M	1	1	0	2	5	3	6	5	5	10	17
	H	0	3	1	6	3	7	4	9	6	16	22
	Total	1	4	1	8	8	10	10	14	11	26	39
Entre 4,5 y 8 SMMLV	M	2	4	5	9	16	24	27	43	44	60	77
	H	5	9	8	14	23	28	40	43	54	84	116
	Total	7	13	13	23	39	52	67	86	98	144	193
Más de 8 SMMLV	M	18	33	42	57	56	84	83	91	125	132	137
	H	55	74	85	100	124	159	121	170	175	206	231
	Total	73	107	127	157	180	243	204	261	300	338	368
Total		82	126	146	197	235	307	288	378	429	535	651

Fuentes: Datos tomados del MinEducación, Observatorio Laboral para la Educación (OLE), consulta y actualización a agosto 2020.
 Cálculos: OCyT.

Por último, la Tabla 6d muestra que en cada departamento el número de graduados cotizantes al sistema de seguridad social por cada 1000 habitantes para 2018, lo cual puede ser un indicativo de la formalidad de los graduados (pregrado, maestría y doctorado). La información muestra que Bogotá tiene el más alto número de cotizantes graduados por cada

1000 habitantes, lo cual coincide con el hecho de que Bogotá es la ciudad que más gradúa personas por cada 100 mil habitantes y es una de las ciudades con las mayores oportunidades de empleo formal⁴. En el otro extremo están, Arauca, Vaupés y Amazonas que muestran un bajo número de cotizantes graduados por 1000 habitantes, lo cual puede ser evidencia de la poca formalidad del mercado laboral al que tienen acceso los graduados en estos departamentos.

Tabla 6d. Cotizantes por cada 1000 habitantes graduados en 2018

Departamento	Nº de Cotizantes	Población	Cotizante por cada 1000 hab
Amazonas	159	76589	2,08
Antioquia	49119	6407102	7,67
Arauca	321	262174	1,22
Atlántico	18295	2535517	7,22
Bogotá	133639	7412566	18,03
Bolívar	10214	2070110	4,93
Boyacá	9689	1217376	7,96
Caldas	8630	998255	8,65
Caquetá	1304	401849	3,24
Casanare	1096	420504	2,61
Cauca	4770	1464488	3,26
Cesar	3397	1200574	2,83
Chocó	1044	534826	1,95
Córdoba	3988	1784783	2,23
Cundinamarca	10517	2919060	3,60
Guainía	79	48114	1,64
Guaviare	144	82767	1,74
Huila	4619	1100386	4,20
La Guajira	1169	880560	1,33
Magdalena	4903	1341746	3,65
Meta	4180	1039722	4,02
Nariño	4926	1630592	3,02
Norte De Santander	8047	1491689	5,39
Putumayo	640	348182	1,84
Quindío	3521	539904	6,52
Risaralda	7426	943401	7,87
San Andrés	22798	61280	2,19

⁴ Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2021). Boletín técnico de Medición de empleo informal y seguridad social Gobierno de Colombia

Santander	134	2184837	10,43
Sucre	2147	904863	2,37
Tolima	8231	1330187	6,19
Valle Del Cauca	28750	4475886	6,42
Vaupés	16	40797	0,39
Vichada	124	107808	1,15

Fuentes: Datos tomados del Ministerio de Educación Nacional (MinEducación), Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y consulta y actualización a agosto 2020.

Cálculos: OCyT.

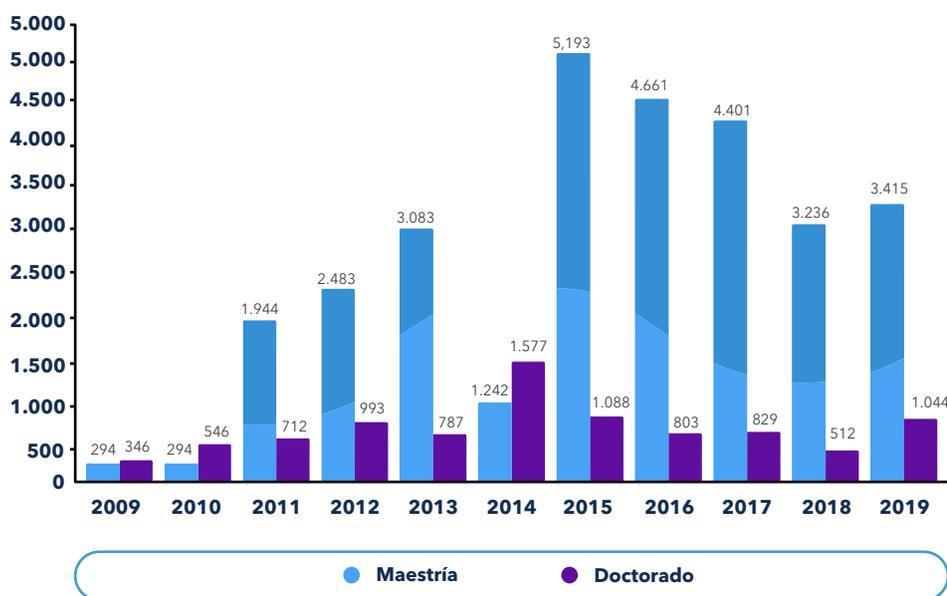
Incentivos y financiación

Para facilitar el acceso a los programas de formación de alto nivel, el Estado colombiano no cuenta con un mecanismo único de financiación y como alternativa ha diseñado y promovido diferentes tipos de créditos, becas y créditos-beca. Estas becas son aportes económicos, ofrecidos por el Estado o por instituciones privadas que de manera parcial o total cubren los costos de un programa académico, de maestría o de doctorado.

En Colombia las becas con fondos del Estado son ofrecidas principalmente a través del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Min-Ciencias), 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. Por su parte, fondos privados e instituciones de carácter internacional tienen también sus propios programas de becas que son ofrecidos en diferentes momentos del año y con propósitos muy específicos, información que no está incluida en este reporte.

La Figura 1 relaciona las becas, créditos y becas-crédito ofrecidas en Colombia a través del MinCiencias, ICETEX y Colfuturo para estudios de maestría (3,415) y doctorado (1,044) entre el 2009- 2019.

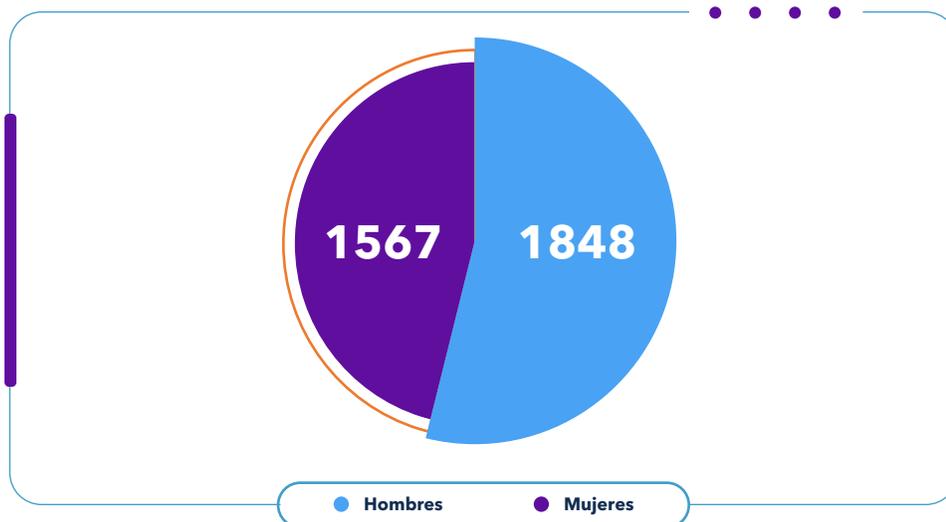
Figura 1. Becas, créditos y becas - crédito para maestría y doctorado, 2009 - 2019



Fuentes: Tomado del MinCiencias, ICETEX y Colfuturo
 Cálculos: OCyT.

La Figura 2 relaciona el del total de las becas entregadas en el 2019 teniendo este un porcentaje de 45.88% para mujeres. No es posible hacer la desagregación por sexo para los años anteriores ya que no hay datos de esta variable para los años de la ventana de observación; sin embargo, dado que, tanto MinCiencias como el ICETEX y Colfuturo han empezado a registrar este dato de forma sistemática, se espera que en un próximo reporte pueda reportarse esta desagregación y de ser posible enriquecer esta información con datos que den cuenta del sexo de los aplicantes a estas becas.

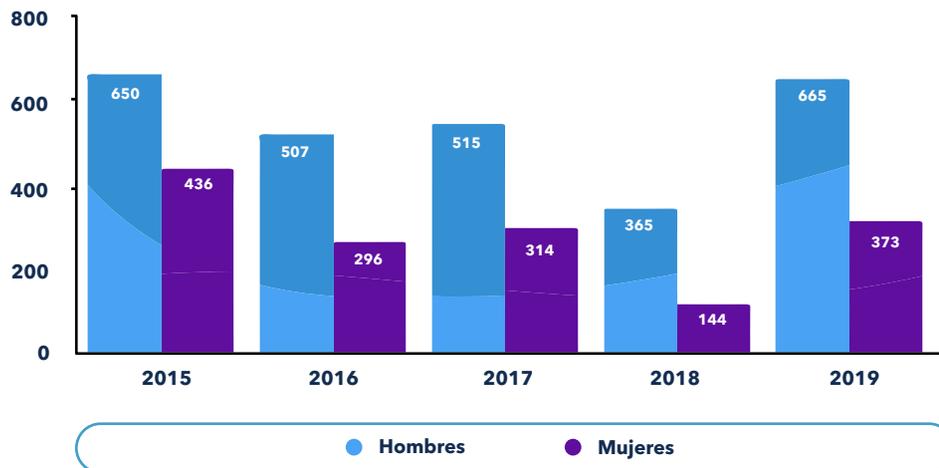
Figura 2. Becas, crédito y becas - crédito para maestría según sexo del beneficiario, 2019



Fuentes: Tomado de MinCiencias, ICETEX y Colfuturo.
Cálculos: OCyT.

Por su parte la Figura 3 muestra la distribución para el periodo 2015-2019 por sexo del número de becas otorgadas para cursos de formación doctoral. Para años anteriores la información sobre la variable sexo no está disponible de manera consistente en todas las fuentes por esta razón no se puede reportar. De las becas entregadas en el 2019 (1,044) un 35% fueron para mujeres. Comparativamente con el 2018, el porcentaje de mujeres receptoras de becas para doctorado aumentó en un 7 %.

Figura 3. Becas, crédito y becas - crédito para doctorado según sexo del beneficiario, 2015 - 2019



Nota: Nota: En el 2019, no se reportó sexo para cuatro beneficiarios.

Fuentes: MinCiencias, ICETEX y Colfuturo.

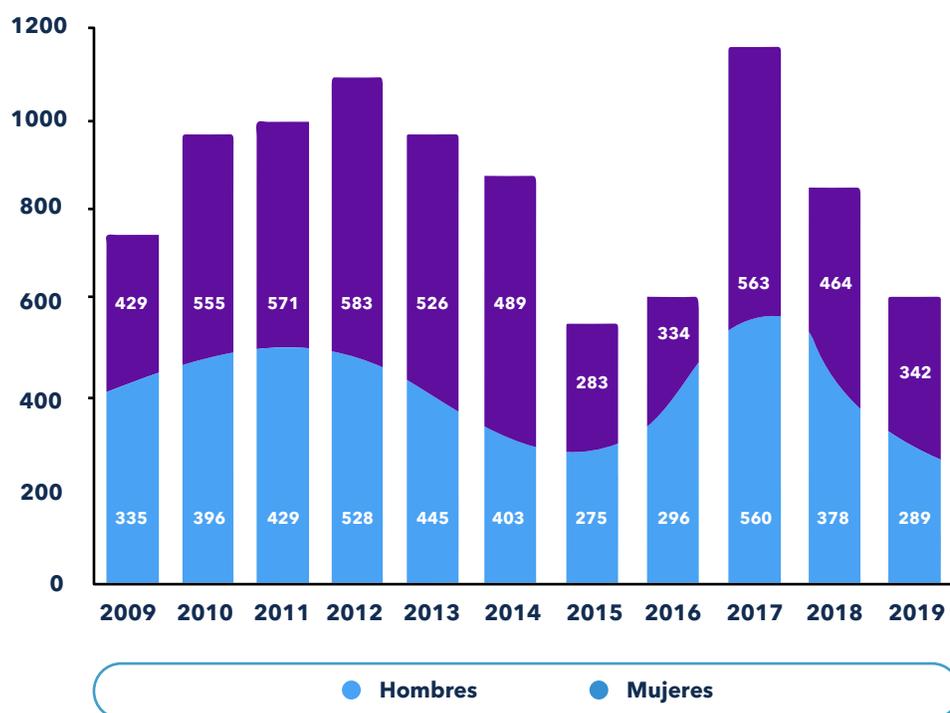
Cálculos: OCyT.

Además de disponer de mecanismos para financiar la formación de alto nivel, desde el 2010 el gobierno colombiano ha implementado el programa Jóvenes Investigadores e Innovadores, a través del cual recién egresados de pregrado o estudiantes pendientes de graduación, los cuales se presentan a convocatorias de MinCiencias con una propuesta de investigación avalada previamente por un grupo de investigación reconocido para ser desarrollada en un periodo de máximo 12 meses.

Para el periodo comprendido entre el 2009 y el 2019, la Figura 2.4 muestra el número jóvenes investigadores por sexo que han recibido financiación a través del programa Jóvenes Investigadores. En el 2019 se financiaron 635 jóvenes, de los cuales el 54% fueron mujeres, esto a diferencia de las tendencias que veíamos anteriormente con las becas donde se veía una predominancia marcada hacia los hombres. Comparativamente con los años anteriores, en el 2019 hay una reducción en el

número total de jóvenes financiados con el programa, sin embargo en este año las mujeres en el programa representan el 54% del total de los participantes.

Figura 4. Jóvenes investigadores apoyados por MinCiencias según sexo, 2009 - 2019



Fuentes: Datos tomados de MinCiencias.
 Cálculos: OCyT.

Los intereses que se relaciona en la Tabla 7 sobre los jóvenes investigadores han estado principalmente en proyectos relacionados con el área OCDE de Ingeniería y Tecnología, seguido por Ciencias Naturales y exactas, Ciencias Sociales y Humanidades, Ciencias Médicas y de la Salud y con menos proyectos en el área de Ciencias Agrícolas. Para esta última, las cifras muestran una tendencia decreciente en el número de proyectos por año, lo cual podría interpretarse como evidencia de que la investigación en esta ciencia aún está por consolidarse, o ha dejado

de ser de interés como opción atractiva de investigación para quienes llegan al programa de Jóvenes Investigadores.

Las cifras para el 2019 revelan que el mayor número de proyectos financiados para Jóvenes Investigadores estuvo asociado con el área de Ciencias Médicas y de la Salud, la cual aumentó en un 55% en relación con el año inmediatamente anterior, mientras que las Ciencias Sociales y Humanidades tuvieron una reducción del 59% en el número de proyectos desarrollados por jóvenes investigadores.

En general, para el programa de Jóvenes Investigadores, el número de proyectos por áreas del conocimiento no tiene una tendencia constante de aumento o disminución, y esto puede estar relacionado con el estado en el que se encuentra la trayectoria profesional de las personas para quienes están diseñado el programa, cuyos intereses de investigación están todavía a un nivel exploratorio y por lo tanto la selección del área de investigación puede estar muy asociada con las tendencias de investigación del momento.

Tabla 7. Jóvenes investigadores apoyados por MinCiencias según área OCDE, 2009 - 2019

Gran Área OCDE	Año											Total
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Ciencias naturales y exactas	139	124	273	304	272	351	241	93	99	137	100	2.133
Ingeniería y tecnología	124	194	224	346	212	216	150	427	79	60	173	2.205
Ciencias médicas y de la salud	188	178	113	188	166	199	119	57	26	138	250	1.622
Ciencias Agrícolas	94	186	107	143	126	72	44	33	54	9	20	888
Ciencias Sociales y humanidades	219	269	283	130	231	173	4	110	94	148	88	1.749
Sin clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	771	350	4	1.125
Total	173	211	276	339	330	408	466	615	770	803	961	9,722

Nota: Para los años 2000 a 2007 las áreas OCDE se calcularon a partir de las profesiones de los beneficiarios. Desde el año 2008 a 2013 los datos se calculan a partir de la información registrada de propuestas presentadas por cada joven investigador. En 2013 y 2014 se clasificaron de acuerdo con el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (PNCyT).

Fuente: MinCiencias.

Cálculos: OCyT.

Otro mecanismo diseñado para promover la ciencia, la tecnología y la innovación en el país es el programa de Estancias Postdoctorales creado por MinCiencias en el 2017, (por esta razón se relaciona desde este año la información) el cual tiene como objetivo conectar a los profesionales graduados de doctorado con la academia, instituciones gubernamentales y el sector empresarial para desarrollar una investigación construida con la institución que recibe al doctor. El tiempo de duración de la estancia es de 12 meses, periodo durante el cual MinCiencias financia el 100% del salario del profesional que hace la estancia y la institución receptora provee la infraestructura; mientras que el programa de Jóvenes Investigadores busca conectar el recién graduado con la investigación y los programas de formación de alto nivel.

La Tabla 8 muestra que entre el 2017 y el 2019, el mayor número de investigadores en este programa han desarrollado su investigación con universidades (70%); sin embargo, el número de profesionales haciendo estancias en empresas ha incrementado año a año y al 2019 este número se ha duplicado, lo cual es evidencia de que el intercambio de conocimiento entre academia y empresa viene en aumento, lo cual podría ser positivo para la fortalecer las capacidades en CTel.

Tabla 8. Estancias posdoctorales financiadas por MinCiencias por tipo de institución receptora, 2017 - 2019.

Tipo de Institución	2017	2018	2019	Totales
Empresas y organizaciones no gubernamentales	35	28	75	138
Instituciones gubernamentales	9	4	4	17
Universidades y centros de investigación	104	147	122	373
No clasificados			13	13
Totales	148	179	201	541

Fuentes: Tomado MinCiencias.
 Cálculos: OCyT.

Para el periodo de los años 2017-2019, la Tabla 9 registra 541 investigadores en el programa de Estancias Posdoctorales, de los cuales el 44% son posiciones ocupadas por mujeres (233). La mayoría de las estancias están asociadas, en su orden, con proyectos en Ciencias Naturales (36.17%) mientras que en Ingeniería y Tecnología un (26.70%) y los proyectos asociados con Ciencias Agrícolas y Humanidades representan la minoría en el programa de Estancias Postdoctorales.

Ciencias sociales, el área con más doctores graduados, se registra como el segundo porcentaje más bajo de investigadores en estancias postdoctorales, solo el 10.98%, por lo cual sería pertinente conocer el tipo de opciones laborales que estos profesionales están considerando o tienen disponibles, diferentes a las estancias postdoctorales.

Tabla 9. Estancias posdoctorales financiadas por MinCiencias por áreas OCDE y sexo, 2017 - 2019

Año	Ciencias Agrícolas			Ciencias médicas y de la salud			Ciencias naturales			Ciencias sociales			Humanidades			Ingeniería y tecnología			Sin clasificación		
	M	H	T	M	H	T	M	H	T	M	H	T	M	H	T	M	H	T	M	H	T
2017	3	4	7	5	7	12	24	27	51	5	6	11	1	0	1	10	18	28	19	19	38
2018	10	4	14	17	11	28	26	41	67	10	6	16	0	0	0	16	38	54	0	0	0
2019	5	4	8	16	7	25	29	44	73	18	13	31	3	3	6	16	43	59	0	0	0
Totales	18	12	31	38	25	65	79	112	191	33	25	58	4	4	7	42	99	141	19	19	38

Fuentes: Tomado MinCiencias.
 Cálculos: OCyT.

El impacto que pueden tener los programas de formación de alto nivel en una sociedad resulta de la interacción entre los diferentes actores (gobierno, academia, empresa y sociedad civil), la cultura institucional y la trayectoria de vida y profesional de las personas haciendo ciencia. Hasta aquí se han presentado indicadores asociados con la formación del recurso humano para CTel. A continuación, se presenta un grupo de indicadores sociodemográficos los cuales describen el recurso humano para CTel en cuanto a grupo etario, sexo, nivel educativo, vínculos institucionales, producción científica por áreas de conocimiento OCDE e ingreso salarial.

Indicadores sociodemográficos

Para la construcción de estos indicadores se usó la información suministrada por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y la información existente en la plataforma SCIENTI, en el módulo CvLAC de los investigadores reconocidos y categorizados por MinCiencias en las convocatorias 640 de 2013, 693 de 2014, 737 de 2015, 781 de 2017 y 833 de 2018.

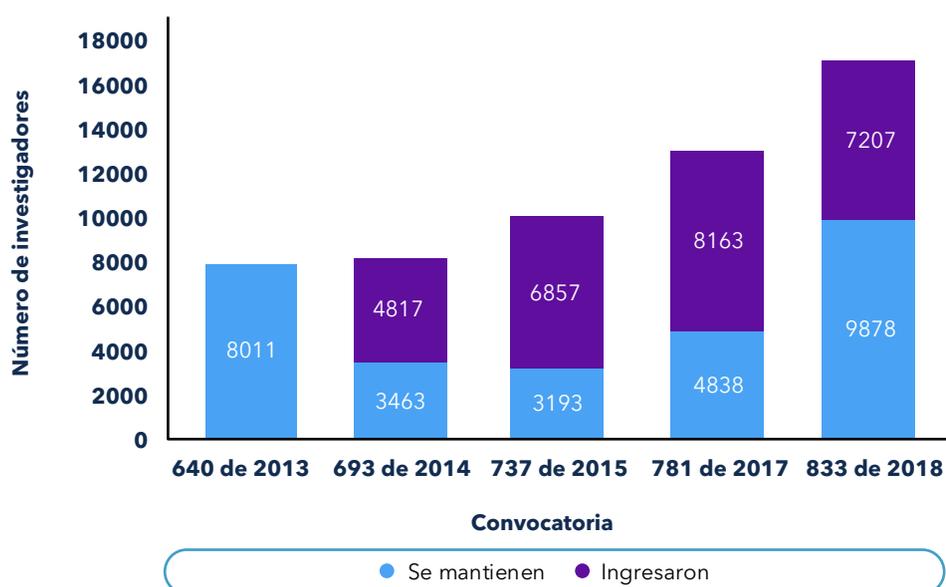
Para efectos de un análisis comparativo entre las convocatorias y acumulación de conocimiento, se contabilizan a los investigadores que fueron reconocidos en, por lo menos una de las convocatorias mencionadas, y que tenían al menos un producto registrado en alguna de estas categorías:

- Generación de nuevo conocimiento
- Desarrollo tecnológico e innovación
- Apropiación social del conocimiento
- Formación de recurso humano en CTel.

Al 2019 fueron identificados un total de 17.085 investigadores únicos, de los cuales un 42.18% fueron nuevos ingresos. La Figura 5 muestra

para cada una de las convocatorias, entre el 2013 y el 2018, el número de investigadores que se mantuvieron y el número de investigadores que entraron como reconocidos al sistema nacional de investigadores año a año. En consistencia con la información antes reportada en este capítulo para el periodo 2009-2019, se encuentra que se ha tenido un aumento continuo en el número de graduados de maestría y doctorado, así como de programas ofertados y de becas para acceder a estos programas, por lo tanto, este crecimiento podría explicar, el incremento del número de investigadores registrados en la plataforma SCIENTI durante la ventana de observación reportada.

Figura 5. Ingreso, permanencia y composición de la población de investigadores que registran su currículum en la plataforma CvLAC de MinCiencias



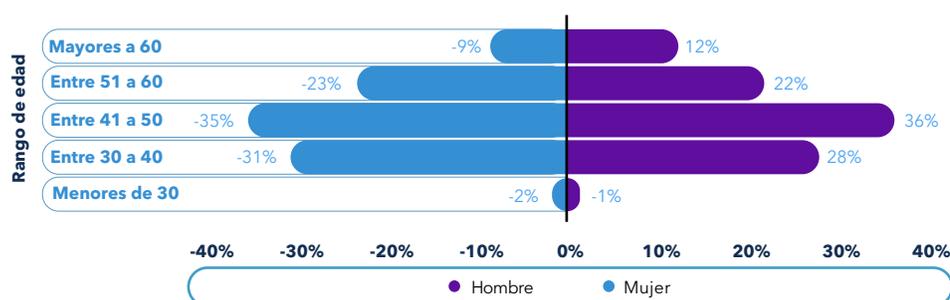
Fuentes: Tomado MinCiencias
 Cálculos: OCyT.

Sexo y grupo etario

Información sobre el grupo etario y género de los investigadores no está disponible de manera continua en la fuente para el periodo 2013-2018, por lo tanto, en la Figura 6 solo se reporta la información

resultante de la convocatoria 833 de 2018. En relación con la composición etaria del grupo de investigadores avalados por esta convocatoria, se observa que la mayoría de los investigadores está entre los 41-50 años, mostrando que la relación es igual tanto para hombres como para mujeres.

Figura 6. Distribución poblacional de investigadores reconocidos por MinCiencias según sexo y rango etario



Fuentes: Tomado MinCiencias.
Cálculos: OCyT.

Esta distribución de investigadores por rango etario se mantiene al desagregar los investigadores por edad, sexo y áreas OCDE (ver Tabla 10). La diferencia entre el total de investigadores (17,085) y el número de investigadores reportados en esta tabla (39.163) obedece a la manera cómo se hizo el cálculo. En la plataforma SCIENTI, la fuente de estos datos, no todos los investigadores reportan el área OCDE con la que mejor está asociada su investigación, por lo tanto, para la producción de este informe, se asoció al investigador con el área OCDE del grupo de investigación al que pertenece y ya que un investigador puede pertenecer a más de un grupo, se presenta un aumento en el total de investigadores por las áreas mencionadas.

Tabla 10. Investigadores reconocidos por MinCiencias en la convocatoria 833 de 2018 según rango etario y área OCDE

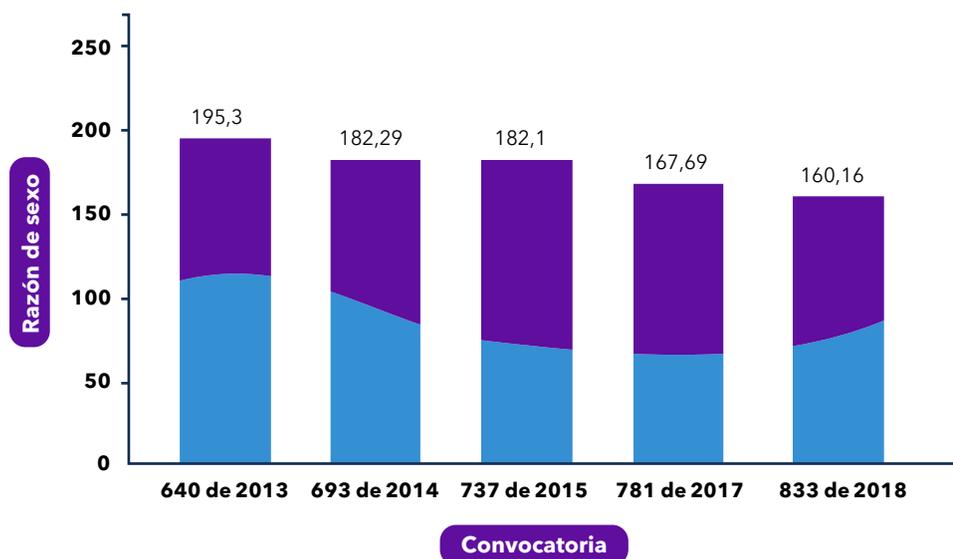
Gran Área OCDE	Ciencias Agrícolas		Ciencias médicas y de la salud		Ciencias naturales		Ciencias sociales		Humanidades		Ingeniería y tecnología		Total
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	
Edades													
Menores de 30	6	5	25	71	35	54	70	52	3	3	36	81	441
Entre 30 a 40	222	311	919	943	929	1516	1295	1776	154	226	910	2007	11208
Entre 41 a 50	229	425	1128	1212	1011	1846	1845	2954	269	477	857	2679	14932
Entre 51 a 60	149	287	769	879	472	1061	1359	1847	170	282	377	1080	8732
Mayores a 60	35	174	357	539	156	557	467	1035	58	163	102	407	4050
Totales Sexo	641	1202	3198	3644	2603	5034	5036	7664	654	1151	2282	6254	39363
Totales Área OCDE	1843		6842		7637		12700		1805		8536		39363

Fuente: Tomado MinCiencias
 Cálculos: OCyT.

En relación con el sexo, en la Figura 6 se observa que las mujeres representan el 38% del total de los investigadores, lo cual indica un incremento comparado con la convocatoria inmediatamente anterior, donde las mujeres representaron el 37% de la comunidad de investigadores en Colombia. Esta reducción de la brecha de sexo, se ha dado de manera continua según cifras reportadas en las convocatorias anteriores. Al calcular la razón de sexo para el grupo de investigadores avalado por la convocatoria 833, es decir la relación entre la cantidad de hombres investigadores y la cantidad de mujeres investigadoras, se obtuvo una razón de sexo de 160, lo cual indica que por cada 100 mujeres investigadoras hay 160 hombres investigadores, mientras que en la convocatoria 781 del 2017 la razón fue de 167 hombres investigadores por cada 100 mujeres (Figura 7)

5. En este reporte solo se ha hecho la discriminación de datos por sexo (Hombre-Mujer) por cuanto las fuentes aún no tienen registrado de forma continua datos sobre género.

Figura 7. Razón de sexo para los investigadores reconocidos por MinCiencias en las convocatorias (2013-2018)



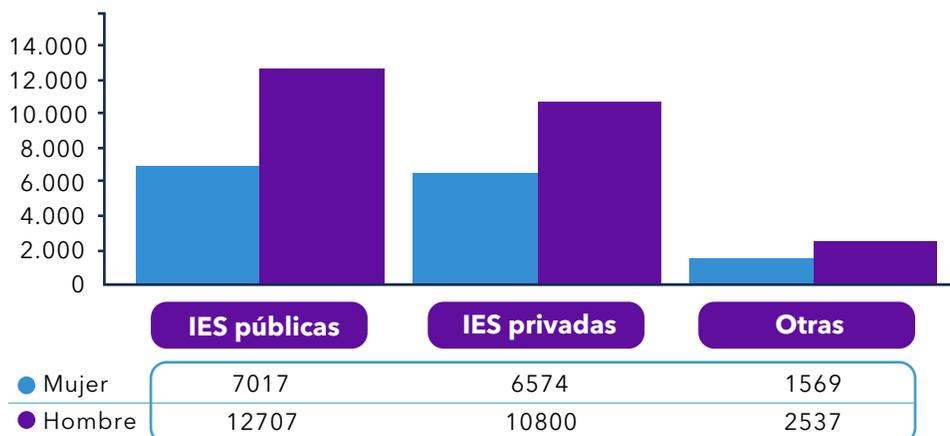
Fuentes: Tomado MinCiencias.
Cálculos: OCyT.

Vinculación institucional y laboral

En relación con la vinculación de los investigadores, en la Figura 8 se ve la distribución de los investigadores por tipo de institución con la que se encuentran vinculados. La diferencia entre el número total de investigadores 17,085 (convocatoria 833 de 2018) y el número de vinculaciones reportadas 42,593 puede ser el resultado de investigadores con vinculaciones a más de una institución.

Aunque la tendencia de vinculaciones a IES se mantiene en relación con la convocatoria del 781 del 2017, en la categoría "otras2", los datos muestran una reducción en el número de vinculaciones de investigadores a entidades del Estado y a empresas. Sin embargo, vale la pena notar que en el reporte de la convocatoria vigente (833 de 2018) usado para producir este informe, del total de vinculaciones, un 4% (1.703) aparece sin clasificar en la fuente.

Figura 8. Número de vinculaciones de los investigadores reconocidos según tipo de institución



Nota: En la categoría "Otras" se han incluido todas las instituciones que no están en el grupo de Instituciones de educación superior: Hospitales y Clínicas, centros de investigación y desarrollo tecnológico, ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales, Entidades Gubernamentales, Empresas, Internacional, IPSFL al servicio de las empresas, otras entidades de educación, instituciones sin clasificar.

Fuente: Tomado MinCiencias.

Cálculos: OCyT.

Analizando esta información en términos de proporciones, en la Tabla 10 se aprecia que las entidades gubernamentales tienen mayor concentración de vinculaciones de mujeres en comparación a la distribución general. Por su parte, las entidades internacionales tienen un mayor porcentaje de vinculaciones de hombres en comparación a la distribución general.

Tabla 10. Porcentaje de vínculos institucionales de los investigadores reconocidos según tipo de institución

Instituciones	Mujer	Hombre
IES públicas	35,58%	64,42%
IES privadas	37,84%	62,16%
Hospitales y Clínicas	36,33%	63,67%
Centros de investigación y desarrollo Tecnológico	40,88%	59,12%
Sin Clasificar	33,49%	66,51%
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	39,41%	60,59%

Instituciones	Mujer	Hombre
IES públicas	35,58%	64,42%
IES privadas	37,84%	62,16%
Hospitales y Clínicas	36,33%	63,67%
Centros de investigación y desarrollo		
Tecnológico	40,88%	59,12%
Sin clasificar	33,49%	66,51%
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	39,41%	60,59%
Entidades Gubernamentales	45,70%	54,30%
Empresas	34,31%	65,69%
Internacional	28,04%	71,96%
IPSFL al servicio de las empresas	38,67%	61,33%
Otras entidades de educación	40,00%	60,00%
Total	36,79%	63,21%

Fuente: Tomado MinCiencias
 Cálculos: OCyT.

El tipo de vinculación laboral, así como la institución con la que se tenga esta vinculación, pueden ser factores que contribuyen a la estructuración de las condiciones para el desarrollo de productos científicos. La Tabla 11 muestra la producción científica de los investigadores por institución avaladora y tipo de producto y la clasificación de producto corresponde al modelo seguido por la convocatoria 833 de 2018 que reconoce 4 tipos de productos:

1. Apropiación social del conocimiento
2. Desarrollo tecnológico e innovación
3. Formación de recurso humano en CTel
4. Generación de nuevo conocimiento.

La más alta es producción científica y se concentra en las universidades públicas y privadas en todas las categorías de productos; del total de la producción, las universidades privadas tienen una mayor contribución en productos de apropiación social del conocimiento (50.74%) y productos de desarrollo tecnológico e innovación (50.04%). En el caso de las universidades públicas, se registra que contribuyen en mayor proporción que las universidades privadas a la formación de recurso humano en CTel (49 %) y a la generación de nuevo conocimiento (49.19%).

En el siguiente grupo están los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico que contribuyen un 3.58 % de la producción total del país en apropiación social del conocimiento, un 3.56 % de la producción en desarrollo tecnológico, 2.14% en formación de recursos humano en CTel y 3.40% del total de la generación de nuevo conocimiento para la ventana de observación de la convocatoria 833 de 2018. Llama la atención que un 90% del total de la producción de CTel sin clasificar corresponde a productos generados en las universidades, lo cual podría analizarse para identificar si esto es el resultado de diferencias en el sistema de clasificación de productos usado en la plataforma SCIENTI y el sistema usado por las universidades, o si alternativamente, la dificultad está en los descriptores para clasificar productos, solo por mencionar dos de las posibles explicaciones que bien vale la pena explorar para un próximo informe.

Tabla 11. Tipo de producto científico y contribución por tipo de institución al total de la producción

Tipo de institución	Apropiación social del conocimiento	Desarrollo tecnológico e innovación	Formación de recurso humano en CTel	Generación de nuevo conocimiento	Sin clasificación
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	3,58%	3,56%	2,14%	3,40%	3,18%
Empresas	0,74%	1,12%	0,64%	0,45%	0,50%
Entidades Gubernamentales	1,10%	1,55%	0,54%	0,69%	0,77%
Hospitales y Clínicas	1,68%	2,14%	1,92%	4,36%	3,36%
IES privadas	50,74%	50,04%	44,00%	39,01%	40,51%
IES públicas	39,72%	38,53%	49,00%	49,19%	49,23%
Internacional	0,18%	0,08%	0,19%	0,33%	0,22%
IPSFL al servicio de las empresas	0,23%	0,42%	0,16%	0,13%	0,19%
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	1,12%	1,24%	0,63%	1,11%	0,95%
Otras entidades de educación	0,01%	0,01%	0,02%	0,01%	0,01%
Sin clasificar	0,90%	1,31%	0,77%	1,31%	1,07%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Tomado de MinCiencias.

Cálculos: OCyT.

La Tabla 12 presenta la relación entre tipo de producto y género. Los hombres investigadores tienen el más alto nivel de producción en la categoría de producción de nuevo conocimiento, mientras que para las mujeres esta es la categoría con la más baja producción, solo el 28 % de la producción de nuevo conocimiento está asociado con el sexo femenino. De los cuatro tipos de productos científicos, las mujeres tienen la producción más alta en apropiación social del conocimiento (41%).

Tabla 12. Porcentaje de producción científica por sexo, tipo de producto y tipo de institución según convocatoria 833 de 2018

Tipo de institución / Tipología de producto	Apropiación social del conocimiento		Desarrollo tecnológico e innovación		Formación de recurso humano en CTel		Generación de nuevo conocimiento		Sin clasificación		Total
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	5,46%	7,85%	2,08%	3,28%	6,02%	11,67%	14,51%	29,45%	8,57%	11,11%	100,00%
Empresas	3,61%	11,26%	1,78%	7,23%	6,97%	21,31%	7,93%	23,45%	5,12%	11,33%	100,00%
Entidades Gubernamentales	7,09%	9,56%	2,30%	7,15%	7,37%	10,84%	15,15%	21,13%	9,66%	9,75%	100,00%
Hospitales y Clínicas	2,57%	3,51%	1,20%	1,94%	6,00%	9,50%	15,00%	40,04%	8,34%	11,89%	100,00%
IES privadas	5,87%	7,77%	1,98%	3,46%	9,45%	16,89%	11,09%	25,38%	7,52%	10,57%	100,00%
IES públicas	3,88%	5,64%	1,10%	2,64%	7,82%	18,33%	11,01%	29,99%	7,66%	11,94%	100,00%
Internacional	1,19%	6,99%	0,36%	1,23%	5,05%	14,28%	10,27%	43,35%	4,31%	12,97%	100,00%
IPSFL al servicio de las empresas	6,00%	8,92%	3,39%	7,75%	8,41%	15,31%	10,35%	19,18%	9,67%	11,02%	100,00%
No aplica	3,03%	6,42%	1,92%	4,61%	5,56%	12,33%	10,95%	36,20%	6,85%	12,12%	100,00%
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	4,56%	8,66%	1,78%	4,13%	6,03%	10,53%	10,60%	35,14%	6,85%	11,73%	100,00%
Otras entidades de educación	1,76%	10,55%	0,25%	2,76%	6,53%	24,87%	14,07%	22,11%	8,29%	8,79%	100,00%
Sin clasificar	2,83%	6,67%	2,03%	3,55%	4,64%	13,49%	11,72%	36,38%	6,25%	12,44%	100,00%

Fuente: Tomado de MinCiencias.

Cálculos: OCyT.

En relación con la edad y la producción científica (ver Tabla 13) los investigadores en el rango de edad entre los 41-50 tienen la mayor cantidad de producción científica, y la tendencia es similar tanto para hombres como para mujeres. Sin embargo, según información reportada previamente en la Tabla 10 a este grupo etario pertenece la mayoría de los investigadores, así que no se puede concluir que este rango de edad sea el más productivo.

Tabla 13. Porcentaje de producción científica por grupo etario y sexo, Convocatoria 833 de 2018

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
Menores de 30	0,17%	0,17%	0,34%	0,24%	0,49%	0,73%	0,05%	0,08%	0,14%	0,12%	0,31%	0,43%	0,20%	0,28%	0,48%
Entre 30 a 40	8,29%	10,12%	18,41%	7,49%	15,93%	23,42%	4,94%	9,10%	14,04%	5,08%	11,35%	16,43%	8,03%	11,37%	19,40%
Entre 41 a 50	14,00%	22,11%	36,11%	12,00%	27,38%	39,38%	12,06%	24,82%	36,88%	10,18%	24,85%	35,03%	14,61%	23,55%	38,15%
Entre 51 a 60	14,26%	16,62%	30,88%	10,91%	15,07%	25,98%	10,89%	20,65%	31,54%	8,79%	21,00%	29,79%	12,25%	15,93%	28,18%
Mayores a 60	4,45%	9,82%	14,26%	2,78%	7,71%	10,49%	4,71%	12,69%	17,40%	4,02%	14,32%	18,33%	4,96%	8,83%	13,79%
Total	41,17%	58,83%	100,00%	33,41%	66,59%	100,00%	32,66%	67,34%	100,00%	28,17%	71,83%	100,00%	40,05%	59,95%	100,00%

Fuente: Tomado de MinCiencias.

Cálculos: OCyT.

La Tabla 14 muestra la relación entre tipo de producto y área OCDE para hombres y mujeres. El porcentaje más alto de producción científica, para los dos está asociado con las Ciencias Sociales en Apropiación Social del Conocimiento (45%), Formación en Recurso Humano en CTel (34%) y generación de nuevo conocimiento (30%). Ahora, los productos de desarrollo tecnológico e innovación están mayoritariamente asociados con el área OCDE de Ingeniería y Tecnología (39%) y de esa producción las mujeres contribuyen un 6%.

Tabla 14. Porcentaje de producción científica por tipo de producto, área OCDE y Sexo, según convocatoria 833 de 2018

Tipo de producto	Apropiación social del conocimiento			Desarrollo tecnológico e innovación			Formación de recurso humano en CTel			Generación de nuevo conocimiento			Sin clasificación		Total
	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	Total	Mujer	Hombres	
Ciencias agrícolas	1%	2%	4%	1%	2%	3%	1%	4%	4%	1%	4%	5%	1%	4%	5%
Ciencias médicas y de la salud	6%	7%	13%	4%	6%	10%	4%	8%	13%	5%	16%	21%	7%	11%	18%
Ciencias Naturales	5%	8%	14%	3%	11%	15%	3%	14%	17%	4%	17%	20%	5%	14%	19%
Ciencias sociales	15%	30%	45%	9%	22%	30%	9%	25%	34%	7%	23%	30%	9%	22%	31%
Humanidades	1%	4%	5%	1%	2%	3%	1%	3%	4%	1%	3%	4%	1%	4%	5%
Ingeniería y tecnología	5%	14%	19%	6%	33%	39%	4%	24%	27%	3%	17%	20%	4%	18%	21%
Total	34%	66%	100%	23%	77%	100%	22%	78%	100%	20%	80%	100%	27%	73%	100%

Fuente: Tomado de MinCiencias.

Cálculos: OCyT.

A manera de conclusión...

El conjunto de indicadores aquí presentado se ha construido a partir de información suministrada por el Ministerio de Educación, Colfuturo, ICFES, MinCiencias y los datos de la medición hecha a través de la convocatoria 833 de 2018 de MinCiencias para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Estos indicadores complementan el reporte entregado en el año inmediatamente anterior (2020), en el que a partir de la misma convocatoria se presentaron los indicadores de capacidades colectivas para CTel, el cual puede ser consultado aquí [Indicadores de Ciencia y Tecnología, Colombia 2019 OCyT](#)

En la construcción de este capítulo se ha hecho énfasis en el personal con formación de alto nivel (maestría y doctorado), por cuanto se considera que en este grupo de profesionales está el recurso humano con el nivel de capacidad para el desarrollo y difusión del conocimiento esencial para el progreso tecnológico, crecimiento económico, desarrollo social y bienestar ambiental (OCDE, 1995: p. 3). Sin embargo, conscientes de que la actividad científica y la producción del conocimiento se hace en conjunto con profesionales de otros niveles de formación, aunque a menor escala, se han incluido indicadores para otros niveles de formación (pregrado, formación técnica y tecnológica).

La exploración sistemática de información que permita caracterizar el recurso humano desde diversas perspectivas es el principal insumo para la construcción de indicadores que den cuenta de las trayectorias profesionales del personal haciendo CTel en el país. En la producción de este capítulo se ha incluido el personal que tiene registro en el aplicativo CvLAC y que fue avalado por la convocatoria 833 de 2018,

aunque este es un registro hecho por la mayoría de los investigadores activos en Colombia, no necesariamente es requerido para el personal que apoya el desarrollo de la ciencia y la tecnología, por ejemplo, desde cargos administrativos y de gestión de la CTel, por lo tanto, este personal no ha sido tenido en cuenta en este reporte.

En el registro del CvLAC existen campos que no son de obligatorio diligenciamiento, por ejemplo, el área OCDE con la que un investigador asocia su línea de investigación. La ausencia de información reduce de manera considerable la precisión en los indicadores que incluyen este dato. Así también, el creciente registro de la variable sexo que hizo posible la desagregación de la información en esta categoría, en algunos casos, para los años recientes en la ventana de observación (2009-2019) pero no de manera consistente para todos los años y los indicadores.

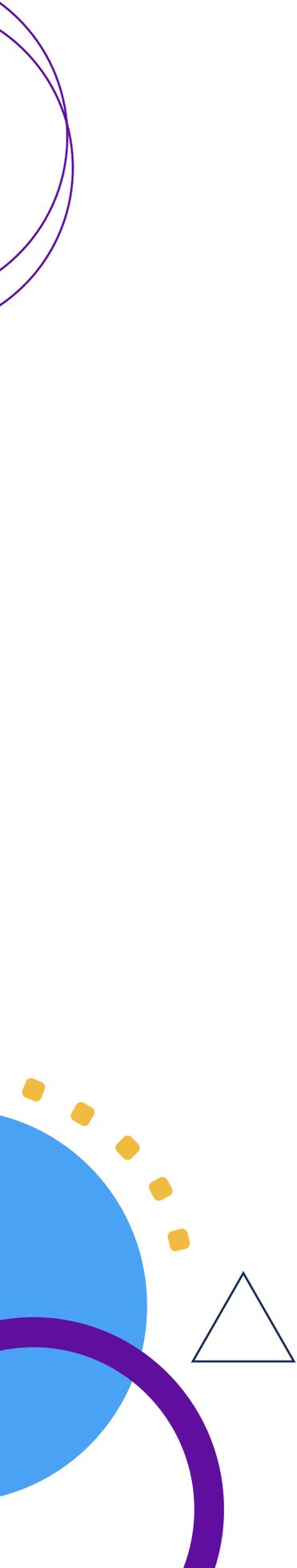
En esta versión de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología no se presenta información asociada con la formación de alto nivel (maestría y doctorados) del recurso humano formado en el exterior, por ejemplo, tipo de programa o institución en la que se desarrolla el programa. Sin embargo, en el contexto de una economía global basada en el conocimiento, las colaboraciones internacionales, ya sea para formación o para empleo, contribuyen a las capacidades para el desarrollo de la CTel, por lo tanto, indicadores que permitan describir el personal que participa en dichas colaboraciones son necesarios⁶.

En relación con el nivel de formación del Recurso Humano el CTel, los profesionales de formación técnica representan el más alto porcentaje de este recurso, un análisis de composición de grupos de investigación, por nivel de formación, es pertinente para conocer cómo estos profesionales contribuyen al desarrollo de la CTel cuando trabajan con profesionales que tiene formación de alto nivel (doctorados y maestrías) y podría ser objeto de futuros análisis.

⁶. En este reporte solo se ha hecho la discriminación de datos por sexo (Hombre-Mujer) por cuanto las fuentes aún no tienen registrado de forma continua datos sobre género.

En correspondencia con los incentivos para la formación de recurso humano para CTel, en este reporte solo para el periodo del 2019, se muestran datos de receptores de becas y becas-crédito, desagregados por sexo, mostrando que los hombres representan el mayor porcentaje del recurso humano para CTel en Colombia y solo en el programa de Jóvenes Investigadores el número de mujeres es superior al número de hombres. En conjunto se podría lograr una mejor descripción al incluir datos que den cuenta de las características de los aplicantes, por ejemplo, sobre sexo y grupo etario.

El reconocimiento de la diversidad en competencias, habilidades, valores y prioridades tanto de los individuos como de las regiones del país hace más factible la producción de ciencia y conocimiento para el bienestar de individuos y colectivos. Los indicadores aquí presentados pueden servir como punto de partida para la reflexión y la toma de decisiones alrededor de cómo favorecer las condiciones para el desarrollo y aprovechamiento de la capacidad que tiene Colombia en recursos humanos para CTel y sobre cómo participar en las dinámicas de la sociedad global del conocimiento.



Nota metodológica

La información para la construcción de este capítulo fue suministrada principalmente por el Ministerio de Educación Nacional (MinEducación), 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) y se usan el Manual de Camberra y el Manual de Frascati como referentes conceptuales para la estructuración del capítulo.

También se han endorsado las convenciones sugeridas por la OCDE para la clasificación de las áreas el 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 o con el país.





Alida María Acosta

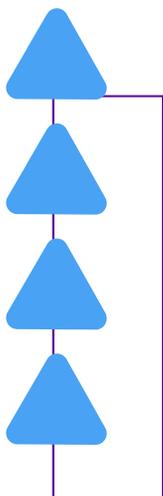
Líder Área de Capacidades

CONTACTO OCyT

Correo: amacosta@ocyt.org.co

Área de Capacidades

PhD en ciencias cognitivas y economía del comportamiento (UK), tiene maestría en Lingüística (UK), maestría en Docencia y Diseño Curricular. Alida es Bilingüe, (español-inglés). Sus diseños experimentales permiten identificar, en individuos, sus hábitos, las condiciones que sostienen estos hábitos y los elementos que por personalidad y visión cultural son disruptivos de estos hábitos en escenarios de cooperación. Experiencia en docencia a diferentes niveles escolares e investigadora del comportamiento humano. Ha desarrollado estudios experimentales con población adulta: población con autismo, población del servicio de salud, población docente, población científica, y funcionarios públicos. 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.



Alida se desempeña como líder del Área de Capacidades en el Observatorio

Colombiano de Ciencia y Tecnología, donde lidera el proyecto “Perfilamiento de la población colombiana con formación doctoral”, el proyecto interinstitucional “Sexo y Ciencia” y es delegada del OCyT en la estrategia interinstitucional para el diseño de un modelo para la medición responsable de la investigación.



Miguel Ángel Méndez

*Asistente
Estadístico*

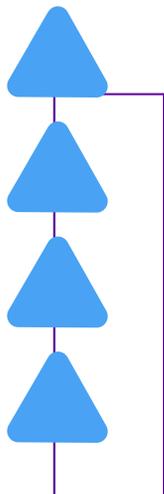
CONTACTO OCyT

Correo: mmendez@ocyt.org.co

Área de Estadística

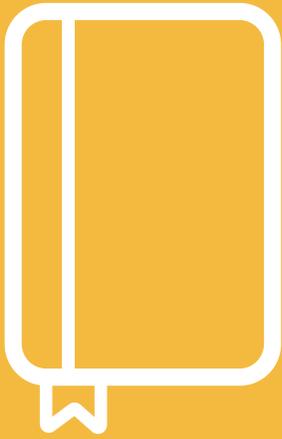
Estudiante de Maestría en Analítica para Inteligencia de Negocios de la Pontificia Universidad Javeriana e Ingeniero industrial graduado en la Pontificia Universidad Javeriana con énfasis en Procesos Estocástico y Logística. Durante su trayectoria académica se ha destacado por haber recibido certificaciones de excelencia por promedios académicos y haber tenido la oportunidad de ser monitor de materias como, Ciencia de los Materiales y Procesos Estocásticos.

Tiene experiencia en el apoyo del diseño de un método para diagnosticar las capacidades analíticas de las empresas del país, tarea impulsada por la Alianza Caoba, empresa público-privada donde unen sinergias universidades como EAFIT, la Javeriana y Los Andes.



En la actualidad forma parte del Área de Estadística del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, donde realiza tareas relacionadas a el apoyo de las operaciones estadísticas del Observatorio, extracción, limpieza, transformación y consolidación de los datos y, apoyo en los nuevos desarrollos de enfoques analíticos que se dan al interno de la organización.



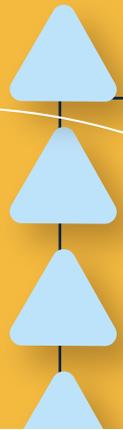


Capítulo 03

Producción Científica en Colombia

Autor

Efrén Romero Riaño



“

A comienzos del nuevo milenio, los países de altos ingresos producían alrededor del 84% del total de los artículos a nivel mundial.

A la fecha, esta proporción disminuyó hasta casi el 50%. La tasa de crecimiento anual de la producción científica en Colombia es de 8.33%, es similar a la de países como China (7.81%), Rusia (9.88%) e Irán (10.9%)

”

Producción Científica en Colombia

Autor: Efrén Romero Riaño

Dentro del estudio de las tipologías de conocimiento e innovación, sobresalen dos enfoques: el primero, basado en “saber hacer” o conocimiento empírico y el segundo enfocado en conocimiento de Ciencia, Tecnología e Innovación, CTel. A nivel del sistema nacional de ciencia y tecnología de Colombia (SNCT), el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ha desplegado un operativo orientado hacia una nueva arquitectura de datos que permita trazar los flujos nacionales y regionales de la producción y el uso de conocimientos científicos y técnicos codificados, del modo Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel).

Este nuevo enfoque centrado en los departamentos y/o regiones constituye un esfuerzo en la generación de un bien público de información para la gestión, toma de decisiones y generación de alternativas de políticas regionales para el desarrollo de la CTel desde los sistemas regionales de innovación hacia el sistema nacional.

A partir de la regionalización de la información de investigación, se analizan los aspectos espaciales del sistema científico colombiano. A la inclusión de este componente de georreferenciación en los análisis bibliométricos se le denomina "cienciometría espacial" (Frenken, Hardeman y Hoekman, 2009). Incorporar la variable espacial posibilita medir la base de conocimiento departamental (volumen de producción en ciencia) y los aspectos geográficos del impacto académico, en particular, la distribución espacial de las publicaciones y las citas. A continuación, se presentan las secciones principales asociadas con el panorama de las tendencias de Colombia alrededor de las funciones de generación, difusión y uso del conocimiento.

Indicadores de generación, difusión y uso de conocimiento del sistema de ciencia de Colombia

Este apartado presenta un panorama de los patrones asociados a las 3 funciones principales del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia:

- 1) generación**
- 2) difusión**
- 3) uso del conocimiento en Ciencia, Tecnología e Innovación, CTel.**

Estos patrones son construidos a partir de los registros de la producción en ciencia de Colombia extraídos desde tres Sistemas de Indexación y Referenciación (SIRes): WoS Clarivate, Scopus y Scielo.

A pesar de que existen diferentes fuentes de registros de la producción en ciencia para Colombia, sus niveles de información bibliográfica no permiten medir las tres funciones, por tanto, no son incorporadas a los indicadores aquí presentados. De esta forma, los indicadores plasmados en este apartado reflejan un enfoque "selectivo" de fuentes.

Para consultar una visión “exhaustiva” de la producción del sistema de ciencia de Colombia, se sugiere consultar el **Atlas del Conocimiento**¹ producido por el OCyT en 2021 a partir de los datos libres del sistema de información Open Academic Graph.

El concepto de “sistema de ciencia” reúne diversos elementos clave para comprender el avance de los países. Se entiende por sistema de ciencia: “al conjunto de actores vinculados dentro de redes de producción de documentos de nuevo conocimiento de un territorio o un sector económico” (Ding et al., 2014). Las dinámicas de producción en ciencia permiten inferir los cambios en los niveles de “bienestar” de una región.

Debido a su raíz territorial, el concepto y las herramientas de la “cienciometría espacial” constituyen un instrumento para la comprensión de la dinámica y evolución de los análisis de los sistemas de ciencia a nivel de territorio. Se entiende por cienciometría espacial como los “estudios científicos cuantitativos que abordan explícitamente los aspectos espaciales de las actividades de investigación científica” (van Eck & Waltman, 2014). En este apartado se utiliza el enfoque de cienciometría espacial para profundizar en las dinámicas de ciencia de los departamentos y comprender su base de conocimiento.

Alcanzar este objetivo es factible a partir de herramientas como el rastreo de los flujos de conocimiento en los niveles territorial (país, departamento, región, ciudad) y sectorial. De acuerdo con Martin Eyer (2002), es posible realizar este rastreo de los flujos de información y conocimiento dentro de los sistemas regionales, a partir del uso de tres fuentes: proyectos de investigación y desarrollo (I+D), patentes y producción científica. Los resultados mostrados a continuación, se .

1. <https://atlasdelconocimiento.ocyt.org.co/>

construyen a partir de la producción científica.

A continuación, se muestran los resultados de la dinámica de las funciones de generación, difusión y uso de conocimiento de Colombia

Generación de conocimiento

A nivel general, la producción global de nuevas publicaciones científicas sobrepasa en la actualidad los 5 millones de registros anuales. Los países con economía desarrollada (Estados Unidos, Alemania, Japón y otros países similares) produjeron el 56% de los artículos de ciencia y tecnología en 2019, las economías de renta media-alta (China, Rusia, Brasil y otros países similares) produjeron el 34% y las economías de renta media-baja (India, Indonesia, Pakistán y otros países similares) produjeron el 9%. Estos volúmenes de producción coinciden con parámetros de desarrollo económico.

Se considera que uno de los motores del desarrollo económico es la generación de nuevo conocimiento. Este se define como "el desarrollo de tecnologías (duras y blandas) en distintos ámbitos y sectores de la sociedad, que contribuyan a solucionar problemas y mejorar la calidad de vida de una región" (Li et al., 2018).

Las tecnologías duras son los artefactos y las blandas el conocimiento científico tecnológico como, por ejemplo, los procesos, métodos y los resultados de nuevo conocimiento publicados en los artículos. También se entiende la generación de conocimiento como una medida del bienestar y el desarrollo integral de una región.

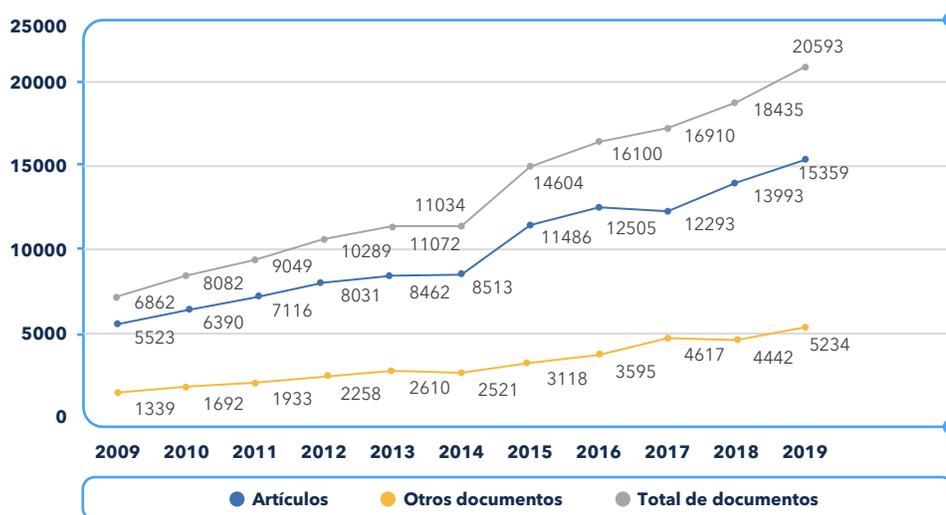
Diversas reglas explican los patrones crecientes en la generación de conocimiento. Por ejemplo, se afirma que: "la ciencia crece a una tasa compuesta, multiplicándose por una cantidad fija en periodos de

tiempo iguales” (Hyland, 2004). En ese orden de ideas, los niveles de producción de conocimiento en periodos recientes tienden a ser mayores que en periodos anteriores.

La Figura 1 muestra 3 patrones o líneas de tendencia que representan: 1) La publicación de artículos (línea azul), 2) La publicación de otros documentos (conferencias, editoriales, etc: línea naranja) y 3) La suma de artículos y otros documentos dentro del sistema de ciencia de Colombia (línea gris). Se observa que las tendencias de estas tres líneas son crecientes entre los años 2009-2019.

Se afirma que la producción de un país o un dominio de conocimiento tiende a duplicarse en un periodo entre 10 y 15 años (Merton, 1968). En el caso de la producción en ciencia de Colombia, se observa que el número de artículos publicados por autores colombianos en los últimos nueve años (2011-2019) se ha duplicado. De igual forma, el número de “otros documentos” se ha duplicado en los últimos diez años (2012-2019) (Ver Figura 1).

Figura 1. Volumen de generación de conocimiento de Colombia 2009-2019

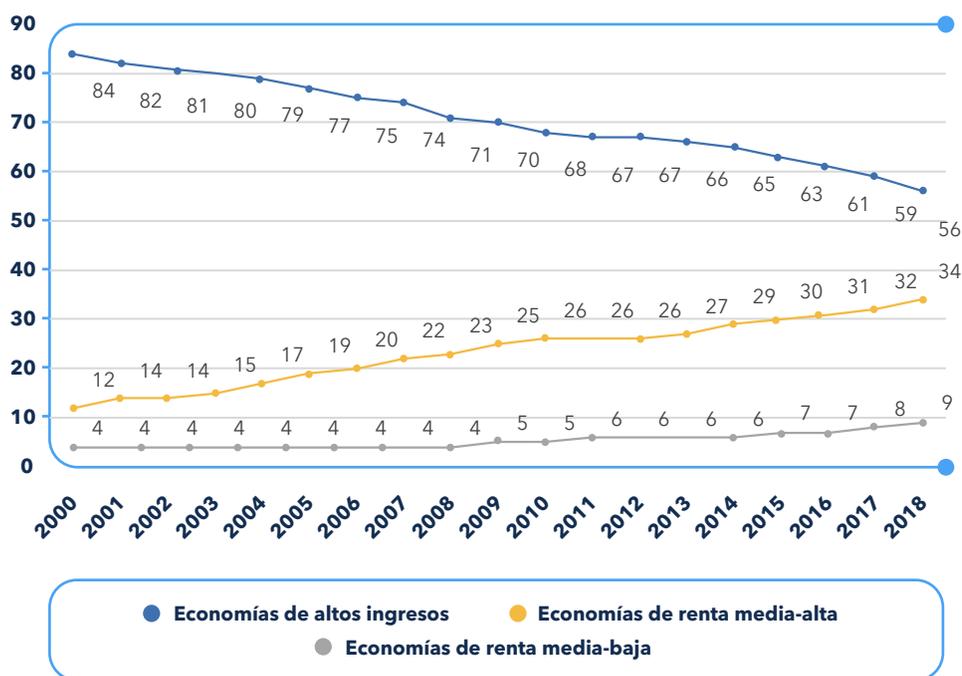


Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus.

La tendencia del crecimiento de la producción en ciencia de Colombia (se duplica en promedio cada 10 años) es consistente con los patrones de aumento del volumen de producción de artículos en países de economías con renta Media-Alta (ver Figura 2)².

A comienzos del nuevo milenio, los países de altos ingresos producían alrededor del 84% del total de los artículos a nivel mundial. A la fecha, esta proporción disminuyó hasta casi el 50%. La tasa de crecimiento anual de la producción en ciencia de Colombia (8.33%) es similar a la de países como China (7.81%), Rusia (9.88%) e Irán (10.9%)³.

Figura 2. Porcentaje de participación dentro de la producción en ciencia por tipos de renta



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

La difusión del conocimiento generado por una región depende de diversos factores, por ejemplo: factores económicos, demográficos,

2. Las cifras de la figura 2 representan porcentajes

3. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20206/publication-output-by-region-country-or-economy>

culturales, tecnológicos y estructurales del sistema de ciencia de un país. En la teoría de los sistemas de innovación, la estructura se asimila a los vínculos o relaciones de colaboración entre actores que posibilitan los flujos de información y conocimiento. Estos factores pueden variar entre países o regiones, pero también entre instituciones. Por lo tanto, las diferencias en cuanto a las tasas de generación de conocimiento y de su difusión, convierten la generación de conocimiento en una actividad de impacto económico.

A continuación, se abordan las tendencias de difusión de conocimiento de Colombia, a partir de las mediciones y los patrones de crecimiento de los vínculos de coautoría científica de artículos, entendida como colaboración científica.

Difusión de conocimiento

La generación y difusión de conocimiento dentro de las redes de trabajo colaborativo de los sistemas de innovación están recibiendo cada vez más atención por parte de los académicos y formuladores y tomadores de decisiones de políticas como medio para dar respuesta a los desafíos de la innovación como: el bajo acceso a financiación para la innovación, el impacto de las dinámicas del conocimiento y la rápida obsolescencia de las tecnologías.

A pesar de que existen diversas vías para la innovación como: “el suministro de tecnología” y “la innovación orientada por el mercado”, recientemente los Sistemas de Innovación (SI) se han posicionado como un instrumento adecuado para la transformación de los productos de nuevo conocimiento, en resultados económicos y de bienestar a nivel territorial a partir de la colaboración.

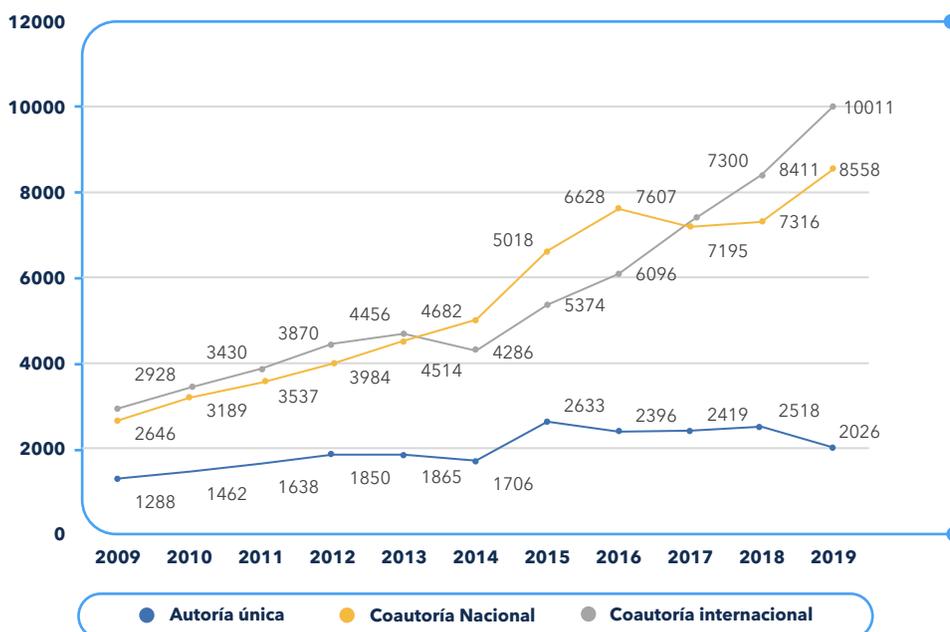
La coautoría es reconocida por múltiples estudios como una medida de la colaboración científica (Ávila-Toscano et al., 2014). Cuando dos o más autores se encuentran listados en un artículo, se considera que es altamente probable que hayan colaborado en diversas formas.

Se reconoce ampliamente que la colaboración es fundamental para la producción y difusión de conocimiento. Aunque las motivaciones que determinan la propensión a la colaboración son todavía objeto de mucha investigación, los científicos se benefician de la colaboración tanto en términos de producción (número de documentos) como de impacto (citas de los documentos) (Romero-riano et al., 2021). La Figura 3, muestra las tendencias dentro de dos tipos de coautoría: nacional e internacional. En adición se muestran las variaciones en autoría única.

Por coautoría internacional se define: “la participación de dos o más autores con diferentes países de origen de su afiliación institucional. Por su parte, la coautoría nacional se define como “la participación de dos o más autores cuyo origen de afiliación institucional es Colombia”. Las cifras de coautoría nacional e internacional muestran una tendencia creciente entre 2009 y 2019.

La Figura 3 muestra que la tendencia en los últimos tres años en el número de coautorías internacionales supera a las coautorías nacionales (2017-2019), en contraste la autoría única de documentos científicos se ha mantenido con pequeñas variaciones crecientes entre los años 2015-2018 pero entre los años 2018- 2019, muestra una tendencia decreciente.

Figura 3. Tendencias de coautoría y autoría única en Colombia, 2009-2019



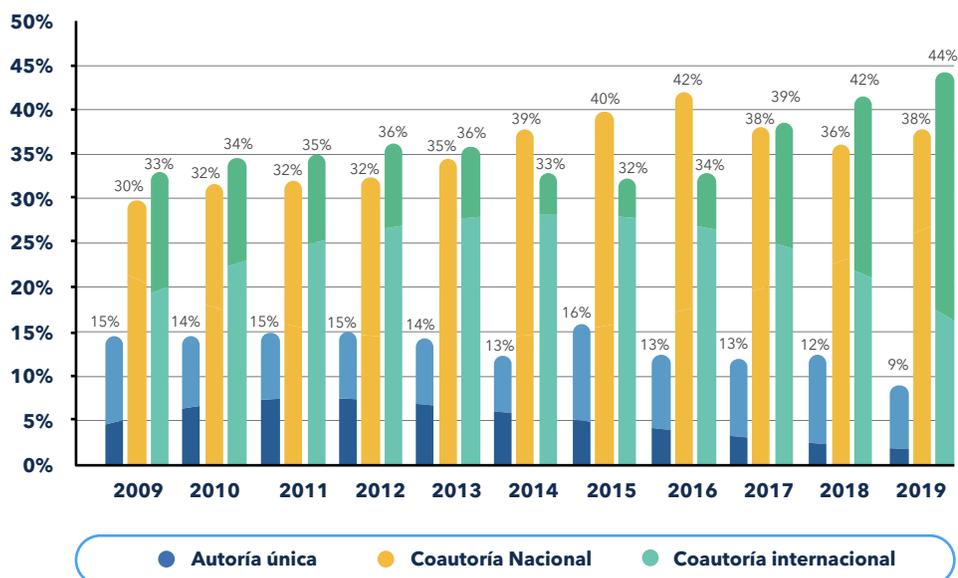
Fuente: OCyT, a partir de WoS, Scielo y Scopus

El volumen de la producción en ciencia de Colombia se ha duplicado en los últimos 10 años. Uno de los factores que puede explicar esta tendencia, es el cambio en los patrones de coautoría, las publicaciones científicas son el producto directo de la investigación científica y colaboración, por tanto, el aumento del número de colaboraciones genera un efecto acumulativo en un sistema científico. Este efecto se refleja desde los autores hacia las organizaciones y las regiones.

En ese sentido, un mejor desempeño en generación y difusión de conocimiento requiere un proceso de crecimiento de las redes de colaboración, las redes de colaboración en ciencia se expanden mediante la adición de nuevos nodos (nuevos coautores, nuevas organizaciones). La Figura 4, muestra los patrones de cambio en los porcentajes anuales de coautoría y autoría única.

El porcentaje anual de autorías únicas en la producción en ciencia de Colombia ha disminuido desde 15% hasta 9% entre los años 2009 y 2019. En adición, los dos tipos de coautoría, nacional e internacional, crecieron en este mismo periodo así: **1**) coautoría nacional (desde 30% hasta 38%) y **2**) coautoría internacional (desde 33% hasta 44%).

Figura 4. Patrones de variación de los porcentajes de coautoría en Colombia



Fuente: OCyT

Dentro de las leyes generales de la bibliometría, la colaboración permite explicar los patrones crecientes de producción en ciencia en periodos recientes, Robert Merton (1968) afirma que: "A mayor número de autores o colaboradores, mayor producción de conocimiento". De acuerdo con esto, es razonable argumentar que un porcentaje del crecimiento de la producción en ciencia de Colombia entre 2009-2019, puede ser explicado por la disminución de autorías únicas y el aumento de las colaboraciones nacionales e internacionales.

Asociado con la colaboración, el crecimiento del talento humano dedicado a CTel puede explicar una parte del incremento de los volúmenes de producción. Diversos estudios identifican que: "Entre el 80 y el 90 por ciento de todos los científicos que han existido están vivos ahora" y que "el tamaño del personal de la ciencia o de colaboradores en publicaciones, tiende a duplicarse en un período de 10 a 15 años".

A nivel mundial, la proporción de "artículos" publicados por universidades, se estima en el 79% del total de los documentos producidos. La proporción de documentos científicos publicados por parte de empresas ha disminuido desde 6% (1980) hasta aproximadamente 3% (2020). Dentro de esta misma tendencia, han disminuido la proporción de participación de gobiernos (de 10% a 5%) y de "otros" grupos de autores (Organizaciones No Gubernamentales, Asociaciones sectoriales).

De igual forma, en Colombia la proporción de artículos publicados en colaboración por universidades es del 82%, las "otras organizaciones" producen 15% de los artículos y las empresas generan alrededor del 2.5% de los documentos. El 0.5% de los documentos restantes son publicados en colaboración con investigadores "independientes".

Uso de conocimiento

Para Eugene Garfield (1972), el indicador de citas de un documento constituye en esencia una medida del uso del conocimiento en el simbolizado. Para ahondar sobre las interpretaciones de la citación como medida del desempeño en innovación, se han empleado funciones que permiten interpretar los resultados basados en el análisis estadístico de los recuentos de citas.

Diversos estudios académicos surgen de la duda de que las citas puedan utilizarse como medidas de la calidad, importancia y desempeño del trabajo científico. Sin embargo, el mapeo de redes de colaboración y citación ha evidenciado la pertinencia del estudio de las citas para entender las implicaciones sobre el impacto (van Eck & Waltman, 2014; Walter & Ribiere, 2013), la estructura de un área de conocimiento (Venkatraman et al., 2018) y las interacciones entre actores de los sistemas de innovación (Manjarrez et al., 2016).

Con base en estos resultados, se han podido llevar a la práctica estudios de desempeño en sistemas de innovación agrícolas (Bisseleua et al., 2018), socio técnicos (Bogers & Horst, 2014) y tecnológicos (Bergek et al., 2008; Hekkert et al., 2007; Markard & Truffer, 2008).

Si bien el volumen de la producción en ciencia de Colombia se ha duplicado, las citas promedio de los documentos publicados por autores colombianos en Scopus, WoS y Scielo han disminuido en el periodo 2009-2019 así:

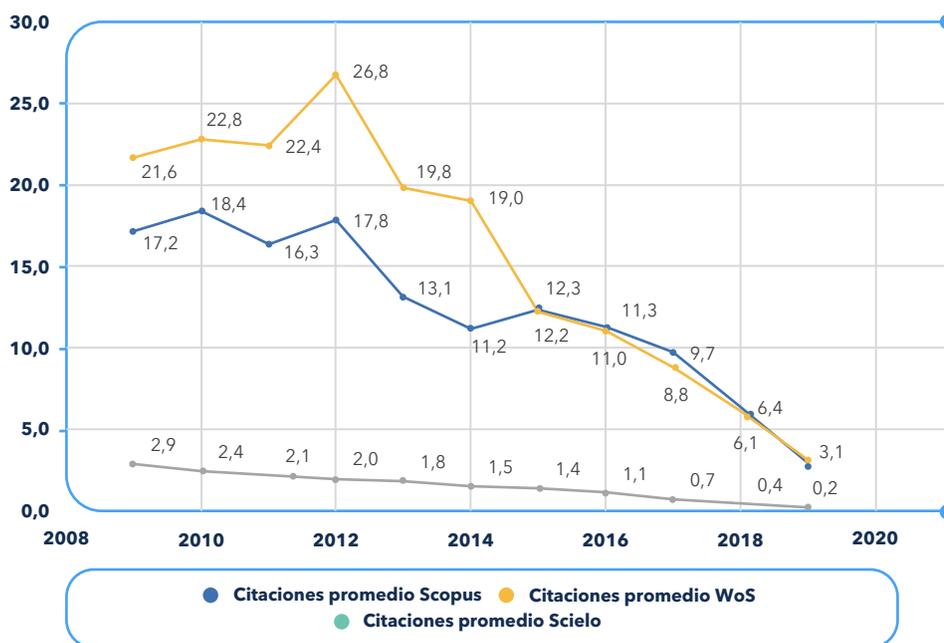
Scopus (6.13 veces)

WoS Clarivate (8.64 veces)

Scielo (10 veces).

La Figura 5 muestra las tendencias en el número promedio de citas de documentos dentro de los 3 Sistemas de Indexación y Resumen, SIRes, que constituyen las fuentes de este capítulo: Scopus (línea azul), WoS (línea naranja) y Scielo (línea gris). Las tendencias del número de citas dentro de los tres SIRes son decrecientes entre 2009-2019. Durante el año 2019, la estimación del número de citas promedio de un documento arrojó como resultados: WoS 2.9 citas, Scopus 3.1 citas y Scielo 0.2 citas.

Figura 5. Tendencias del número de citas promedio de los documentos de Colombia publicados en WoS, Scielo y Scopus, 2009-2019



Fuente: OCyT

De acuerdo con los datos de la plataforma InCites de WoS Clarivate, el promedio normalizado de las citas de la producción de Colombia publicada en revistas indexadas en WoS es de 0.84 citas. Este indicador estimado por Clarivate Analytics, refleja un ranking de los cinco países de mayor impacto en su producción en ciencia así: 1) Australia (1.49), 2) Inglaterra (1.48), 3) Italia (1.35), 4) Alemania (1.31), y 5) Estados Unidos (1.29). El promedio normalizado de 0.84 citas de los documentos de Colombia se considera bajo teniendo en cuenta que el número promedio citas de referencia a nivel internacional es igual a uno (1).

Esta tendencia decreciente de las citas promedio de los documentos de la producción de Colombia, se puede explicar desde el

aumento del volumen de generación de conocimiento. Los documentos con fecha de publicación más antigua tienen mayor probabilidad de ser citados que los documentos nuevos, dado que, dentro de la producción de Colombia, la proporción de documentos nuevos es mayor que la de documentos antiguos (en los últimos cinco años se ha producido igual cantidad de documentos que en los quince años anteriores), la probabilidad de ser citados tiende a ser menor.

Así mismo, se ha identificado que la madurez en el número de citas de un documento se alcanza en un periodo de 20 años. Por tanto, al evaluar un periodo de diez años como se realiza en este apartado, se genera una distorsión al excluir los documentos que ya han alcanzado su promedio máximo de citas.

La perspectiva territorial ha ido evolucionando de la mano con los enfoques de análisis de los sistemas de innovación, los cuales se pueden analizar desde dos perspectivas: de arriba hacia abajo (del nivel nacional hacia el departamental) y de abajo hacia arriba (del nivel departamental hacia el nacional). El análisis del desempeño de las funciones principales (generación, difusión y uso del conocimiento) de los SI ha evolucionado desde el nivel nacional (en los años 80 y 90) hacia el nivel regional (a partir del año 2000) debido a que este posee una menor complejidad, número de variables y permite un mayor nivel de detalle. A continuación, se presenta las características de los volúmenes de producción de los departamentos de Colombia.

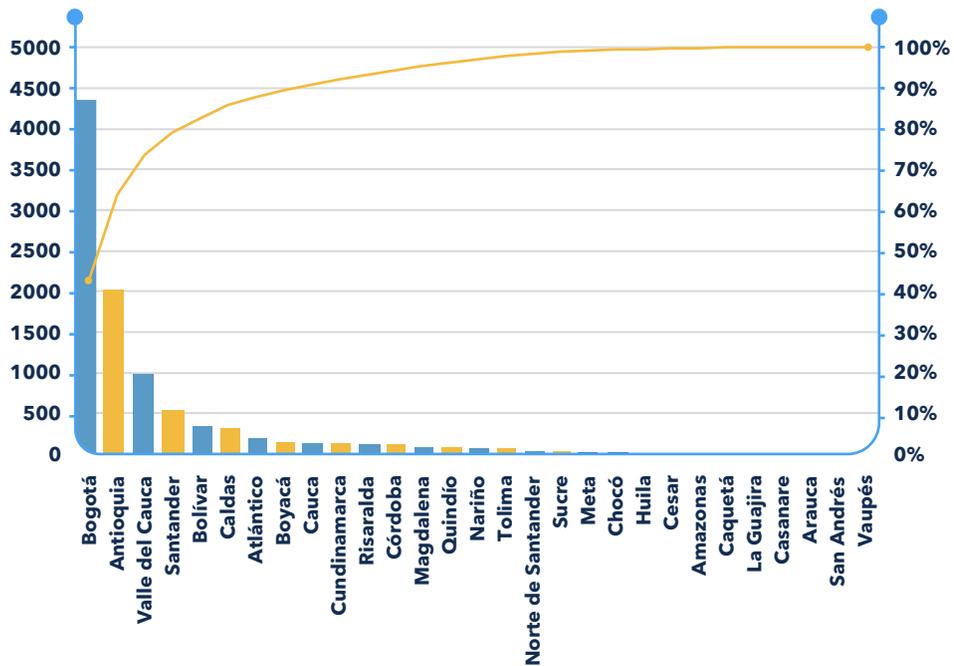
Departamentos con mayor volumen de producción en ciencia

La Figura 6, muestra el porcentaje de participación de la producción en ciencia por departamentos durante el año 2019. La región con mayor volumen de producción es Bogotá, pero este resultado no es

sorprendente pues como capital concentra el 70% de las universidades del país y alrededor del 70% de la publicación de artículos se asocia con universidades.

Antioquia y Valle del Cauca son los departamentos de mayor volumen de producción en ciencia. La ley de Lotka sobre la producción en ciencia establece que: "...en cualquier población que contribuye a un efecto común, es una proporción pequeña la que contribuye a la mayor parte del efecto". Un número pequeño de autores, organizaciones o regiones son las responsables de la mayor proporción de la producción de artículos.

Figura 6. Distribución del volumen de producción en ciencia por departamentos en Colombia (2019)

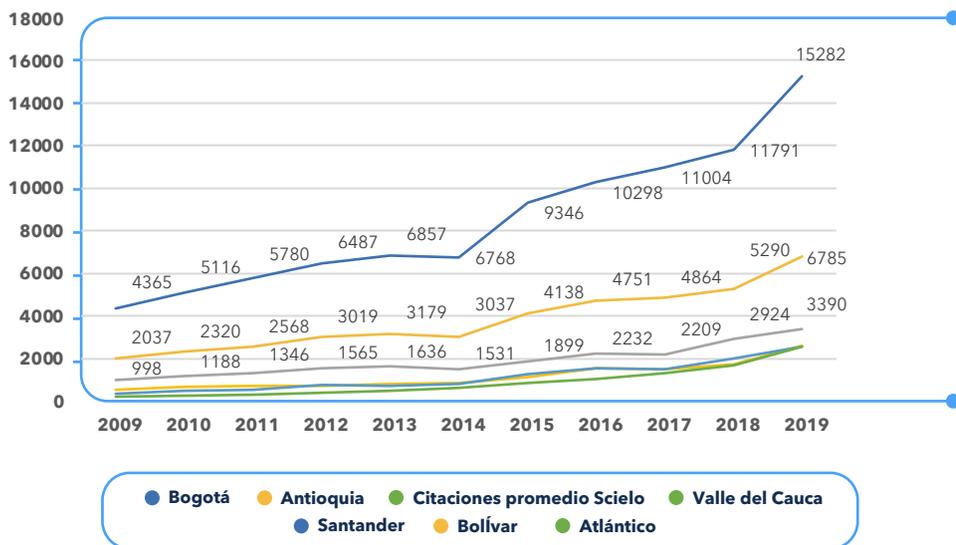


Fuente: OCyT

En la Figura 6 la línea naranja muestra el porcentaje acumulado de producción de los departamentos. De manera consistente con la Ley de Lotka, se estima que el 81% de la producción en ciencia de Colombia, se concentra en seis departamentos (17%) o regiones; 1) Bogotá, 2) Antioquia, 3) Valle del Cauca, 4) Santander, 5) Bolívar y 6) Atlántico.

La Figura 7 muestra la tendencia de producción de los seis departamentos que conforman el Pareto de la producción de Colombia (un conjunto reducido de instituciones que acumulan más del 80% de la producción en ciencia). Por las diferencias en volumen y crecimiento de la producción, se observan dos grupos: uno conformado por Bogotá, Valle y Antioquia, donde su producción se ha incrementado en una proporción que oscila entre tres y cuatro veces entre 2009-2019. Si bien estos departamentos lideran los volúmenes de producción, no son los que más han crecido.

Figura 7. Tendencias de generación de conocimiento de los seis departamentos más productivos



Fuente: OCyT

Un segundo grupo de departamentos está conformado por tres departamentos: Santander, Bolívar y Atlántico. La producción de estos tres departamentos entre 2009 y 2019 se ha incrementado en las siguientes proporciones: Santander 4.84 veces, Bolívar 7.27 veces y Atlántico 12.44 veces. En ese sentido, estos tres departamentos soportan buena parte de las tasas de crecimiento de Colombia en producción en ciencia.

Los resultados departamentales de producción en ciencia coinciden con el desempeño departamental estimado por el Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) en sus mediciones anuales. Los departamentos con mayor madurez en su sistema: Antioquia y Bogotá producen el 58% de los documentos científicos de Colombia.

En este capítulo, se han señalado unos aspectos de las leyes de la bibliometría que se cumplen en la producción, divulgación y uso del conocimiento. Las variaciones en las tasas anuales de crecimiento de la producción en ciencia de Colombia pueden ser explicadas de manera parcial desde los factores de crecimiento de la colaboración nacional e internacional y el aumento del personal dedicado a CTel en el país.

Este crecimiento de la producción nacional se encuentra concentrado en los resultados que generan los sistemas regionales de innovación con mayor índice de madurez según el Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC), Antioquia y Bogotá, y en adición por el crecimiento de los departamentos de Atlántico, Bolívar y Santander.



Nota metodológica

La principal fuente de datos para la bibliometría son los Sistemas de Indexación y Resumen o las bases de datos bibliográficas (Martinez-Toro et al., 2019). En Colombia el Ministerio de Ciencia (MinCiencias), Tecnología e Innovación reconoce como Sistemas de Indexación y Referenciación, SIRes, a los servicios de WoS Clarivate y Scopus. Estos servicios pertenecen a la categoría de suscripción académica y se centran en la selección de revistas para su indexación.

En este apartado, se resumen las claves metodológicas alrededor de las fuentes de datos para la producción de las cifras de bibliometría de Colombia. Para este propósito el OCyT ha desplegado un operativo de descarga de los dos Índices de Citación y Resumen reconocidos por MinCiencias-Publindex (Scopus y WoS Clarivate). De manera adicional se incluyeron los datos del Índice Bibliográfico, Scielo.

El OCyT ha fusionado los datos de los tres SIRes mencionados. La fusión de estos datos tomó como punto de partida la construcción de un lago de datos.

Dentro del lago de datos se encuentran todos los registros descargados de los tres SIRes. Un total de 245.342 registros electrónicos fueron incorporados desde cuatro fuentes de datos: Redalyc, Scopus, Scielo y WoS. (ver gráfica 1). En el lago de datos se mantienen todos los registros, sin pérdida de datos. Las cuatro casillas de la parte superior de la Gráfica 1, muestran el volumen de registros almacenados por fuente dentro del lago de datos.

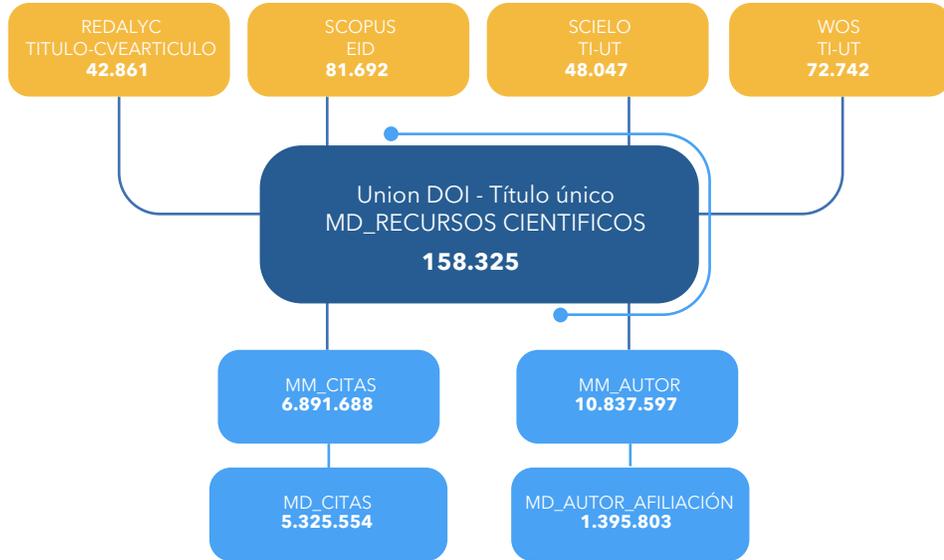
Luego de un procesamiento de desambiguación de documentos dentro del lago de datos, se construyó el almacén de datos. En el almacén de datos, a diferencia del lago de datos, se incluye solo registros únicos. Se identifica un total de 168.325 registros únicos de documentos publicados en coautoría por al menos un autor con afiliación institucional a una organización localizada en Colombia dentro de WoS, Scielo y Scopus.

Dentro del almacén de datos se consolidaron los Máster Data. El proceso de consolidación del Máster Data "MD" de recursos científicos, incluyó el uso de dos "llaves": el "DOI" (Digital Object Identifier) y el "título" reportado dentro de cada uno de los registros de documentos. La información de Redalyc no fue incluida en la producción de estadísticas y de los Máster Data de Citas y Autores por no contar con los niveles de indicación bibliográfica requeridos.

Esta estructura cuenta con entidades intermedias que permiten relacionar tres atributos: autores, afiliaciones institucionales de los autores y citas de los documentos. Las entidades intermedias: tablas Muchos a

Muchos, MM, de citas y autores, mejoran la eficiencia de los procesos de consulta de los datos. Finalmente se consolidaron los Master Data de Citas y de Autor_Afiliación

Gráfica 1. Estructura de integración de entidades dentro del almacén de datos



Fuente: OCyT

Garfield, E. (1972). Bibliometric Analysis as a Tool in Journal Evaluation. *Science*, 471-479. <https://doi.org/DOI: 10.1126/science.178.4060.471>

Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413-432.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>

Hyland. (2004). El discurso de las disciplinas.

Li, D., Lin, J., Cui, W., & Qian, Y. (2018). The trade-off between knowledge exploration and exploitation in technological innovation. *JOURNAL OF KNOWLEDGE MANAGEMENT*, 22(4), 781-801. <https://doi.org/10.1108/JKM-09-2016-0401>

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

Manjarrez, C. C. A., Pico, J. A. C., & Díaz, P. A. (2016). Industry Interactions in Innovation Systems: A Bibliometric Study. *Latin American Business Review*, 17(3), 207-222.

<https://doi.org/10.1080/10978526.2016.1209036>

Markard, J., & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective : Towards an integrated framework. 37, 596-615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004>

Merton, R. K. (1968). The Matthew effect in science: The reward and communication systems of science are considered. *Science*, 159(3810), 56-63.

Romero-riño, E., Guerrero-santander, C. D., & Martínez-ardila, H. E. (2021). Agronomy research co-authorship networks in agricultural innovation systems Redes de coautoría en investigación sobre agronomía en sistemas de innovación agrícola. 20(1), 161-175. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021015>

van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. In Y. Ding, R. Rousseau, & D. Wolfram (Eds.), *Measuring Schollarly impact* (1st ed., pp. 285-320). Springer Berlin Heidelberg.

Venkatraman, V., Arunkumar, N., Chantre-Astaiza, A., Muñoz-Mazón, A. I., Fuentes-Moraleda, L., & Khan, M. S. (2018). Mapping the structure and evolution of heavy vehicle research: A scientometric analysis and visualisation. *International Journal of Heavy Vehicle Systems*, 25(3-4), 344-368. <https://doi.org/10.1504/IJHVS.2018.094829>

Walter, C., & Ribiere, V. (2013). A citation and co-citation analysis of 10 years of KM theory and practices. *KNOWLEDGE MANAGEMENT RESEARCH & PRACTICE*, 11(3), 221-229. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2013.25>



Efrén Romero Riaño

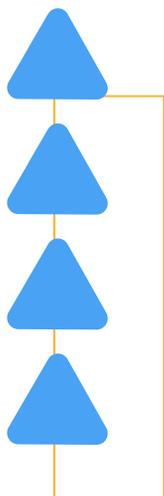
*Líder Área de
Bibliometría*

CONTACTO OCyT

Correo: eromero@ocyt.org.co

Área de Bibliometría

Estudiante de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Magister y pregrado en Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Profesor e investigador de las áreas de Gestión de la Tecnología, Innovación, Bibliometría y Análisis de redes Sociales. Líder de Bibliometría del OCyT.



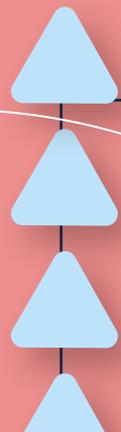


Capítulo 04

Propiedad Intelectual: Dinámicas regionales en Colombia

Autores

Henry Mora Holguín
Silvia Alejandra Rojas
Juan Manuel García



“En los procesos de creación e invención de nuevos productos y servicios, los registros de propiedad intelectual, en cualquiera de sus tipos, son considerados un resultado exitoso, pues reflejan las capacidades de los titulares para transformar ideas en bienes o servicios tangibles”

Propiedad Intelectual: Dinámicas regionales en Colombia

Autores: Henry Mora Holguín, Silvia Alejandra Rojas y Juan Manuel García

En los procesos de creación e invención de nuevos productos y servicios, los registros de propiedad intelectual, en cualquiera de sus tipos, son considerados un resultado exitoso, pues reflejan las capacidades de los titulares para transformar ideas en bienes o servicios tangibles y son un mecanismo para explotar comercial y monetariamente la invención en el mercado, disminuyendo las posibilidades de imitación o de competencia desleal.

Conceptualmente la propiedad intelectual (PI) se divide en tres grandes categorías: 1) propiedad Industrial, que se refiere a patentes de invención, diseños industriales, marcas y denominaciones de origen; 2) derechos de autor, que incluye obras artísticas, literarias, musicales y audiovisuales, y software, entre otras; y 3) obtención de variedades vegetales que considera lo relacionado a las variedades e innovaciones en el campo de la botánica del reino vegetal (OMPI, 2020).

La importancia de la PI se evidencia en países y territorios más desarrollados, los cuales focalizan gran parte de sus esfuerzos de política pública de innovación y competitividad en el fomento de la propiedad intelectual, su explotación comercial y la cooperación internacional para su protección. Así mismo, esto se ha documentado desde la literatura, llevando a concluir que existe una relación positiva entre el registro de la PI y el desarrollo y sofisticación industrial, el desarrollo económico e incluso la calidad de vida de la población (Falvey, Foster & Greenaway, 2006; Baker, Jayadev & Stiglitz, 2017; Sherwood, 2019).

Una clara manifestación de la importancia de la protección intelectual de los resultados creativos e invenciones se vive hoy en día con la pandemia a causa del COVID-19. Seguramente para los dos últimos años ha aumentado la propensión a proteger las invenciones relacionadas con productos destinados a mitigar los efectos adversos de la pandemia, y así mismo se han acelerado los procesos de innovación y de protección de las invenciones, esto último es evidente en el caso de las vacunas, por ejemplo. Probablemente, en las estadísticas de PI de los próximos años se verá reflejado este aumento en las concesiones y otorgamientos de los diferentes derechos de PI.

Para el caso de Colombia, que es similar al de otras economías emergentes y caracterizadas por la informalidad, el registro de PI, aunque ha venido creciendo en la última década, todavía es limitado, centrándose generalmente en el registro de marcas¹ y en menor proporción en patentes de invención², modelos de utilidad³ y registros de software, sugiriendo así que la creación de nuevos productos y servicios se focaliza en áreas de poca sofisticación tecnológica y más bien, centradas hacia el comercio y el mercadeo de productos y servicios.

1. En 2019 se registraron 34.790 marcas en el país

2. Por su parte, en 2019, solo se concedieron 1.664 patentes de invención.

3. En 2019 se concedieron 56 modelos de utilidad.

En Colombia el registro de invenciones de alta intensidad tecnológica como las patentes de invención y modelos de utilidad se concentra en inventores no residentes⁴, llegando en 2019 a 1.747 patentes presentadas por no residentes y solo a 422 por residentes, evidenciando el largo camino que el país debe recorrer para posicionar las capacidades locales de invención y registro de tecnología en los mercados locales, así como la formalización de creaciones, que pueden pasar desapercibidas por la ausencia de registros. Así pues, la Tabla 1 resume las cifras de solicitudes y concesiones de los tres principales tipos de registros de propiedad intelectual en el País.

Tabla 1. Solicitudes y concesiones de patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales en Colombia, 2019

Departamento	Patentes de invención		Modelos de utilidad		Diseños industriales	
	Solicitadas	Concedidas	Solicitadas	Concedidas	Solicitados	Concedidos
Antioquia	65	71	19	12	77	70
Arauca	2	0	0	0	0	0
Atlántico	20	16	7	1	7	3
Bogotá D.C.	152	107	71	18	127	56
Bolívar	8	2	1	0	4	2
Boyacá	3	7	1	0	4	1
Caldas	10	12	4	1	5	1
Caquetá	1	0	1	0	0	0
Casanare	0	0	2	0	1	1
Cauca	8	5	6	0	0	0
Cesar	0	0	1	0	0	0
Chocó	0	0	0	0	0	0
Córdoba	0	0	0	0	0	0
Cundinamarca	27	9	6	3	21	17
La Guajira	3	0	2	2	2	2
Huila	9	4	3	0	1	0
Magdalena	1	1	5	0	2	2
Meta	3	3	2	0	2	0
Nariño	9	0	1	0	0	0
Norte de Santander	6	8	0	1	2	2

4. Aunque en los últimos 10 años la relación (índice de dependencia) ha venido mejorando de 14,473 a 4,140.

Putumayo	1	0	0	1	0	0
Quindío	10	7	3	1	2	3
Risaralda	12	10	2	4	18	11
San Andrés y Providencia	1	0	0	0	0	0
Santander	33	21	5	2	3	6
Sucre	2	0	2	0	0	0
Tolima	10	2	2	0	20	13
Guainía	1	0	0	0	0	0
Valle del Cauca	25	29	9	5	33	14
Total	422	314	155	51	331	204

Fuente: Elaboración propia con base en la SIC.

Tendencias regionales de registro de propiedad industrial

Las dinámicas regionales de registro de PI en principio están muy correlacionadas con el nivel de desarrollo de los territorios, pues es en estos donde se dan la mayoría de los procesos de innovación e inversión en nuevas creaciones, que posteriormente requieren protección mediante registros de PI. Analizando estas tendencias para Colombia se encuentra que durante el periodo de 2010 a 2019, Bogotá ha sido la región que ha solicitado más patentes de invención (con 1.409 solicitudes, 41,8% del total nacional); por su parte, los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca concentran el 19,6% y el 7,4% respectivamente del total nacional de solicitudes.

Con respecto a 2018, el país presentó un aumento general en el número de patentes de invención tanto solicitadas como concedidas. Solamente los departamentos del Huila y Tolima tuvieron una disminución de 1 en el número de patentes concedidas con respecto al año anterior. Por su parte, 2019 fue el primer año en el que el departamento de Arauca presentó solicitudes de patentes de invención. Se empiezan a evidenciar así el aumento en la propensión a proteger las invenciones en el país, 28 de 32 departamentos han hecho uso de este medio de protección.

En relación con los modelos de utilidad, nuevamente Bogotá acumula la mayor parte de solicitudes y concesiones del país con 50,4% y 51,7% respectivamente, con un total de 1.663 registros. A este le siguen los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, que en agregado acumulan el 30% de modelos de utilidad solicitados y el 32,4% del total de concedidos en el país. Con respecto al 2018, el país presentó una disminución generalizada, siendo mucho más pronunciada para la concesión de modelos de utilidad, que pasó de 97 registros en 2018 a 51 en 2019. Dentro del periodo de análisis, Putumayo tuvo su primer modelo de utilidad concedido para 2019.

Por otra parte, en cuanto a los diseños industriales, el escalafón se mantiene igual al de modelos de utilidad y patentes de invención, pues la capital se posiciona como la región líder en solicitudes y concesiones abarcando el 44% y 45% respectivamente, seguida por Antioquia y Valle del Cauca que acumulan el 28% y 10% del total de diseños industriales solicitados y concedidos. Se debe resaltar que, los departamentos de La Guajira, Cesar, Cauca y Quindío tienen el mismo número de diseños industriales solicitados y concesionados. Con respecto al 2018, el país presentó un aumento de 43 solicitudes de diseño industrial, no obstante, tuvo una caída de 56 en las concesiones, explicado principalmente por el comportamiento de Bogotá, Antioquia, Boyacá y Tolima.

Además de considerar el número total de derechos de PI solicitados y concedidos en Colombia, por departamento, es pertinente ampliar el análisis considerando los campos tecnológicos en los que se desarrolla la PI. Bajo esta lógica se observa que, en general, los departamentos tienden a enfocarse en los sectores de ingeniería y química, siendo ingeniería la predominante para casi todos los departamentos del país (Tabla 2 y Tabla 3)⁵. Por su parte, los inventores de Risaralda y Valle del Cauca se desempeñaron mayormente en el sector de instrumentos. A su vez, Guainía y Magdalena se desempeñaron solamente en Química y Putumayo en Ingeniería.

5. Esta concentración del número de derechos de PI dentro del campo tecnológico de Ingeniería contrasta con el descenso en el volumen de producción en ciencia dentro del área de conocimiento de Ingeniería y Tecnología, especialmente en el periodo 2014-2019. Si se desea conocer más sobre la producción científica por áreas del conocimiento se puede consultar el capítulo 5: Producción en Ciencia de Colombia 2019 del presente informe.

Tabla 2. Porcentaje de patentes de inversión solicitadas por sector tecnológico y departamento, 2019

Departamento *	Ingeniería	Química	Instrumentos ⁺	Otros sectores	Electricidad -Electrónica	Total
Antioquia	29,55%	26,14%	21,59%	13,64%	9,09%	88
Arauca	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	2
Atlántico	26,67%	20,00%	13,33%	26,67%	13,33%	30
Bogotá	22,12%	23,96%	19,82%	19,35%	14,75%	217
Bolívar	46,15%	7,69%	30,77%	7,69%	7,69%	13
Boyacá	66,67%	0,00%	0,00%	33,33%	0,00%	3
Caldas	35,71%	21,43%	21,43%	21,43%	0,00%	14
Caquetá	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	2
Cauca	45,45%	0,00%	9,09%	36,36%	9,09%	11
Cundinamarca	25,00%	38,89%	16,67%	19,44%	0,00%	36
Guainía	0,00%	100%	0,00%	0,00%	0,00%	1
Guaviare	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0
Huila	18,18%	27,27%	18,18%	18,18%	18,18%	11
Magdalena	0,00%	100%	0,00%	0,00%	0,00%	1
Meta	33,33%	66,67%	0,00%	0,00%	0,00%	3
Nariño	27,27%	54,55%	18,18%	0,00%	0,00%	11
Norte de Santander	12,50%	12,50%	25,00%	37,50%	12,50%	8
Putumayo	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1
Quindío	26,67%	20,00%	40,00%	0,00%	13,33%	15
Risaralda	31,25%	12,50%	25,00%	18,75%	12,50%	16
San Andrés y Providencia	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	50,00%	2
Santander	18,37%	32,65%	18,37%	16,33%	14,29%	49
Sucre	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	2
Tolima	43,75%	6,25%	6,25%	6,25%	37,50%	16
Valle del Cauca	27,78%	22,22%	27,78%	11,11%	11,11%	36

Fuente: Elaboración propia con base en la SIC

* Los departamentos que no aparecen en esta tabla no tuvieron solicitudes de registro de patentes en 2019.

+ En el sector de instrumento se consideran instrumentos de medida, de control, de aplicación médica, óptica, y de materiales biológicos.

En cuanto a la concesión de patentes por departamento y sector tecnológico (Tabla 3), se encuentra que los sectores que tuvieron mayor participación corresponden a Ingeniería y Química, tal como en las solicitudes. Le siguieron los sectores de Electricidad y Electrónica, e Instrumentos. Los departamentos de Cauca y Santander presentaron una participación importante en las áreas Electricidad y Electrónica, y Valle del Cauca en el sector de instrumentos.

Tabla 3. Porcentaje de patentes de invención concedidas por sector tecnológico y departamento, 2019

Departamento*	Ingeniería	Química	Instrumentos	Otros sectores	Electricidad-Electrónica	Total
Antioquia	33,33%	33,33%	14,81%	7,41%	11,11%	81
Atlántico	33,33%	28,57%	19,05%	4,76%	14,29%	21
Bogotá	26,23%	24,59%	23,77%	15,57%	9,84%	122
Bolívar	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	2
Boyacá	21,43%	35,71%	0,00%	0,00%	0,00%	8
Caldas	18,75%	43,75%	12,50%	18,75%	6,25%	16
Cauca	28,57%	14,29%	14,29%	14,29%	28,57%	7
Cundinamarca	20,00%	50,00%	0,00%	10,00%	20,00%	10
Huila	25,00%	12,50%	12,50%	25,00%	25,00%	8
Magdalena	0,00%	100%	0,00%	0,00%	0,00%	1
Meta	50,00%	25,00%	0,00%	0,00%	25,00%	4
Norte de Santander	44,44%	11,11%	11,11%	33,33%	0,00%	9
Quindío	11,11%	55,56%	22,22%	11,11%	0,00%	9
Risaralda	50,00%	8,33%	8,33%	33,33%	0,00%	12
Santander	26,92%	26,92%	15,38%	7,69%	23,08%	26
Tolima	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2
Valle del Cauca	30,30%	27,27%	33,33%	3,03%	6,06%	33

Fuente: Elaboración propia con base en la SIC.

* Los departamentos que no aparecen en esta tabla no tuvieron concesiones de registro de patentes en 2019.

En este mismo orden de ideas, al observar los sectores en los cuales los inventores (nacionales y extranjeros) se desempeñan, se aprecia que en los últimos 10 años las invenciones se han centrado casi exclusivamente en el sector de la química y la ingeniería mecánica, los cuales agruparon el 71.3% del total de patentes registradas y concedidas (Tabla 4). Esto puede estar explicado, en gran medida, por los registros realizados por empresas multinacionales del área farmacéutica, bioquímica y de maquinaria pesada que operan en Colombia.

Tabla 4. Patentes de invención registradas y concedidas por sector, 2010-2019

Tipo	Electricidad Electrónica	Instrumentos	Química	Ingeniería Mecánica	Otros Sectores
Presentadas	1.882	2.699	13.723	3.986	2.549
Concedidas	868	1.571	7.669	2.420	1.666

Fuente: Elaboración propia con base en la SIC.

De igual forma, el análisis de la dinámica de la propiedad intelectual en las regiones de Colombia se complementa con el análisis del comportamiento de los territorios en las solicitudes de protección mediante signos distintivos. Al respecto se aprecia que existe un dinamismo mucho mayor en términos de solicitudes y registros totales (Tabla 5), ya sea por vía nacional o por Protocolo de Madrid,⁶ sugiriendo que las actividades de mercadeo de productos y servicios tienden a protegerse más que las invenciones de tecnología.

Para 2019, se denota la mayor cantidad de solicitudes de marcas y lemas comerciales; en específico los presentados mediante el Protocolo de Madrid tuvieron un crecimiento de 19,5% mientras que los presentados por vía nacional crecieron 4,9%. Por su parte, para el mismo año, las marcas y lemas comerciales registradas tuvieron el comportamiento contrario, puesto que, tanto para el Protocolo de Madrid como para vía nacional, hubo decrecimiento, de 24% y 7,7% respectivamente, siendo la diferencia entre solicitadas y registradas de 2.781.

Tabla 5. Marcas y Lemas Comerciales solicitadas y registradas ante oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio - SIC, 2010 - 2019

Año	Solicitadas			Registradas		
	Protocolo de Madrid	Vía Nacional	Total	Protocolo de Madrid	Vía Nacional	Total
2010	0	26.634	26.634	0	21.778	21.778
2011	0	29.654	29.654	0	22.997	22.997
2012	545	30.681	31.226	0	27.264	27.264
2013	7.066	30.107	37.173	2.992	19.519	22.511
2014	9.197	30.732	39.929	6.250	26.117	32.367
2015	11.421	33.677	45.098	7.100	27.779	34.879
2016	9.564	32.737	42.301	7.667	19.689	27.356
2017	10.565	32.160	42.725	8.470	24.314	32.784

6. Es el sistema internacional que permite proteger una marca en gran número de países mediante la obtención de un registro internacional que surte efecto en cada una de las partes contratantes que se hayan designado.

2018	10.062	35.813	45.875	10.412	29.135	39.547
2019	12.029	37.571	49.600	7.902	26.888	34.790
Total	70.449	319.766	390.215	50.793	245.480	296.273

Fuente: Elaboración propia con base en la SIC.

Ahora bien, al analizar los registros por departamento (Tabla 6), se aprecia que, según la clasificación de Niza⁷, el 65,6% de los departamentos colombianos tienen en su top 3 de registros de marcas la clase 30, que abarca productos como el café, el arroz, el azúcar, el chocolate, las salsas, entre otros. Se podría deducir que el comercio se concentra más en productos de la canasta básica que en productos de alta intensidad tecnológica. La segunda clase con más registros es la 35 (56%), que refiere a servicios enfocados en publicidad, administración de empresas y funciones de oficina. Bogotá es el territorio que registra más marcas para esta clase, pero además tiene una alta cantidad de marcas en las clases 41 (Servicios de educación) y 5 (Productos farmacéuticos, complementos dietéticos, productos dentales y herbicidas).

Un caso interesante y que merece ser mencionado es el de Amazonas; es el único departamento que en su top 3 de registros, incluye marcas para juegos, juguetes y árboles de navidad (clase 27), siendo la clase predominante entre el registro de marcas del departamento. Así mismo, La Guajira también es el único departamento que en su top 3, registra marcas de clase 31, que son productos agrícolas.

7. La Clasificación de Niza, establecida por el Arreglo de Niza (1957), es una clasificación internacional de productos y servicios que se aplica al registro de marcas <https://www.wipo.int/classifications/nice/es/index.html>.

Tabla 6. Principales clasificaciones de los registros de marca en Colombia por departamento, 2010-2019*

Clasificación de marcas	Departamentos (Posición en el top)
<p>1- Productos químicos para su uso en la industria, la ciencia y la fotografía, así como en la agricultura, la horticultura y la silvicultura; resinas artificiales sin procesar, plásticos sin procesar; Composiciones de extinción y prevención de incendios; preparaciones para templar y soldar; sustancias para curtir pieles y cueros de animales; adhesivos para su uso en la industria; masillas y otros rellenos de pasta; abono, abonos, fertilizantes; preparaciones biológicas para su uso en la industria y la ciencia</p>	<p>Cundinamarca (3)</p>
<p>2- Pinturas, barnices, lacas; conservantes contra la herrumbre y el deterioro de la madera; colorantes, tintes; tintas para imprimir, marcar y grabar; resinas naturales crudas; metales en hojas y en polvo para su uso en pintura, decoración, impresión y arte.</p>	<p>Putumayo (2)</p>
<p>3- Preparaciones de tocador y cosméticos no medicinales; dentífricos no medicinales; perfumería, aceites esenciales; preparaciones para blanquear y otras sustancias para lavar la ropa; preparaciones para limpiar, pulir, desengrasar y raspar.</p>	<p>Amazonas (2), Chocó (1), Cundinamarca (2), Guaviare (2), Santander (3)</p>
<p>5- Preparaciones farmacéuticas, médicas y veterinarias; preparaciones higiénicas para uso médico; alimentos y sustancias dietéticos para uso médico o veterinario, alimentos para bebés; complementos dietéticos para seres humanos y animales; yesos, materiales para apósitos; material para taponar dientes, cera dental; desinfectantes; preparaciones para destruir alimañas; fungicidas, herbicidas.</p>	<p>Atlántico (3), Bogotá (3), Caldas (2), Cauca (1), Valle del Cauca (2)</p>

Clasificación de marcas

Departamentos (Posición en el top)

9- Aparatos e instrumentos científicos, de investigación, navegación, topografía, fotográficos, cinematográficos, audiovisuales, ópticos, de pesaje, de medición, de señalización, de detección, de ensayo, de inspección, de salvamento y de enseñanza; aparatos e instrumentos para conducir, acumular, regular o controlar, entre otros, la distribución o el uso de electricidad; Aparatos e instrumentos para grabar, transmitir, reproducir o procesar sonido, imágenes o datos; soportes grabados y descargables, software informático, soportes de almacenamiento y grabación digitales o analógicos vírgenes; Mecanismos para aparatos que funcionan con monedas; cajas registradoras, dispositivos de cálculo; ordenadores y dispositivos periféricos informáticos; trajes de buceo, máscaras de buceo, tapones para los oídos para buceadores, pinzas nasales para buceadores y nadadores, guantes para buceadores, aparatos de respiración para nadar bajo el agua.

Caquetá (2)

14- Metales preciosos y sus aleaciones; joyas, piedras preciosas y semipreciosas; instrumentos relojeros y cronométricos.

Caquetá (3), Guainía (2)

18- Cuero e imitaciones de cuero; pieles y cueros de animales; equipaje y bolsas de transporte; paraguas y sombrillas; bastones; látigos, arneses y talabartería; collares, correas y ropa para animales.

Guainía (3)

20- Muebles, espejos, marcos de cuadros; recipientes, no metálicos, para almacenamiento o transporte; hueso, cuerno, ballena o nácar, en bruto o semielaborados; conchas espuma; ámbar amarillo.

Guainía (1)



Clasificación de marcas

Departamentos (Posición en el top)

25- Ropa, calzado, sombrerería.

Antioquia (3), Atlántico (2), Cesar (3), Córdoba (3), Norte de Santander (1), Risaralda (3), San Andrés y Providencia (2), Sucre (2)

28- Juegos y juguetes; Aparatos de videojuegos; artículos de gimnasia y deporte; decoraciones para árboles de Navidad.

Amazonas (1)

29- Carne, pescado, aves y caza; extractos de carne; frutas y legumbres en conserva, congeladas, secas y cocidas; gelatinas, mermeladas, compotas; huevos; leche, queso, mantequilla, yogur y otros productos lácteos; Aceites y grasas para alimentación.

Arauca (2), Boyacá (3), Chocó (3), Guaviare (1), Nariño (3), Sucre (1)

30- Café, té, cacao y café artificial; arroz, pasta y fideos; tapioca y sagú; harinas y preparaciones a base de cereales; pan, bollería y confitería; chocolate; helados, sorbetes y otros helados comestibles; azúcar, miel, melaza; levadura, levadura en polvo; sal, condimentos, especias, hierbas en conserva; vinagre, salsas y otros condimentos; hielo (agua congelada)

Arauca (1), Boyacá (2), Caldas (3), Caquetá (1), Casanare (1), Cauca (3), Cesar (2), Chocó (2), Córdoba (1), Guaviare (3), Huila (1), La Guajira (2), Meta (1), Nariño (2), Putumayo (2), Quindío (1), Risaralda (1), Santander (2), Sucre (3), Tolima (2), Valle del Cauca (3)

31- Productos agrícolas, acuícolas, hortícolas y forestales crudos y sin procesar; granos y semillas crudos y sin procesar; frutas y verduras frescas, hierbas frescas; plantas y flores naturales; bulbos, plantones y semillas para plantar; animales vivos;

La Guajira (3)

Clasificación de marcas

Departamentos (Posición en el top)

32- Cervezas; bebidas no alcohólicas; aguas minerales y gaseosas; bebidas y zumos de frutas; siropes y otras preparaciones no alcohólicas para hacer bebidas.

Amazonas (3), Casanare (3),

33- Bebidas alcohólicas, excepto cervezas; preparaciones alcohólicas para hacer bebidas.

Cauca (2), Putumayo (1))

35- Publicidad; gestión, organización y administración de empresas; funciones de oficina.

Antioquia (1), Atlántico (1), Bogotá (1), Bolívar (2), Caldas (1), Casanare (2), Córdoba (2), Huila (2), La Guajira (1), Magdalena (3), Meta (2), Nariño (1), Norte de Santander (3), Quindío (2), Risaralda (2), Santander (1), Tolima (1), Valle del Cauca (1)

41- Educación; facilitación de formación; entretenimiento; actividades deportivas y culturales.

Antioquia (2), Bogotá (2), Bolívar (3), Cundinamarca (1), Huila (3), Magdalena (1), Risaralda (3), San Andrés y Providencia (1), Tolima (3)

42- Servicios de investigación y diseño científicos y tecnológicos relacionados con los mismos; servicios de análisis industrial, investigación industrial y diseño industrial; servicios de autenticación y control de calidad; diseño y desarrollo de hardware.

Magdalena (2), Norte de Santander (3)

43- Servicios de suministro de comida y bebida; alojamiento temporal.

Bolívar (1), Boyacá (1), Cesar (1), Meta (3), Quindío (3), Risaralda (3), San Andrés y Providencia (1)

Clasificación de marcas

44- Servicios médicos; servicios veterinarios; cuidados de higiene y belleza para seres humanos o animales; servicios de agricultura, acuicultura, horticultura y silvicultura.

Departamentos (Posición en el top)

Arauca (3)

Fuente: Elaboración propia con base en la SIC.
Se aprecian los sectores de la clasificación de Niza y un resumen de los departamentos cuyo top 3 de registros incluyen el sector.

A manera de conclusión...

Al analizar los sectores productivos en los cuales se registran los productos y servicios comercializados en Colombia y compararlos con el incipiente registro de patentes de invención y modelos de utilidad se puede concluir que hay una gran brecha en términos de sofisticación del tejido productivo, pues los productos y servicios comercializados se enfocan principalmente en bienes de escaso valor agregado o intensidad tecnológica como materias primas agrícolas, alimentos sin procesar o servicios empresariales básicos.

No obstante, no todo el escenario de registro de nuevas creaciones en Colombia es negativo. Aspectos como el aumento sostenido de registros de PI es alentador, aunado a la reducción en la dependencia de invenciones extranjeras, y el alto dinamismo que existe en el país en solicitudes y registros de marcas, sin importar que se centren en productos y servicios de poca sofisticación.

Por último, se concluye que es importante seguir fortaleciendo el sistema nacional de PI, así como fomentando el uso de los mecanismos de propiedad intelectual para la protección de las invenciones nacionales; por ejemplo, mediante programas que incentiven a empresarios, investigadores y académicos a superar los obstáculos de desconocimiento, facilidad de imitación, financiación y cualquier otro aspecto que evitan que sus procesos de invención sean exitosos, y explotados comercialmente.

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. 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.

Por otra parte, para los indicadores sobre marcas se utilizó la clasificación de Niza, que es una clasificación internacional de productos y servicios que se aplica al registro de marcas **<https://www.wipo.int/classifications/nice/es/index.html>**

REFERENCIAS

Baker, D., Jayadev, A., & Stiglitz, J. E. (2017). Innovation, intellectual property, and development: A better set of approaches for the 21st

Falvey, R., Foster, N., & Greenaway, D. (2006). Intellectual property rights and economic growth. *Review of development Economics*, 10(4), 700-719

Kannan, N. (2010). Importance of intellectual property rights. *International Journal of Intellectual Property Rights*, 1(1). century.

OMPI, 2020. Derecho de autor ¿Qué es el derecho de autor? Disponible en: <https://www.wipo.int/copyright/es/>

Sherwood, R. M. (2019). *Intellectual property and economic development*. Routledge.



Henry Mora Holguín

Líder de Área de Innovación

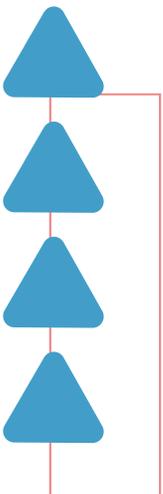
CONTACTO OCyT

Correo: hmora@ocyt.org.co

Área de Innovación

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.

Actualmente se desempeña como Líder de Investigación del Área de Innovación, encargado de la formulación y ejecución de proyectos del área, producción de



indicadores sobre propiedad intelectual e innovación, búsqueda y gestión de recursos económicos para el desarrollo de proyectos. Es par evaluador reconocido por MinCiencias para evaluación de proyectos y documentos científicos como artículos, libros y capítulos de libro. 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.



Silvia Alejandra Rojas Aguilar

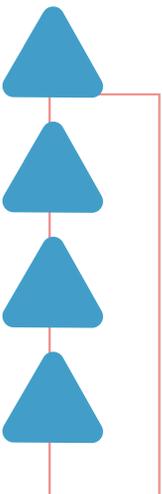
Asistente de investigación

CONTACTO OCyT

Correo: srojas@ocyt.org.co

Área de Innovación

Economista de la Universidad de los Andes con enfoque en políticas públicas y macroeconomía, durante su trayectoria académica ha presentado interés en la investigación, temas con impacto social y desarrollo regional. Participó en el semillero Misión de Sabios enfocándose en bioeconomía, biotecnología y medio ambiente, así mismo, hizo parte de la revista Supuestos de su facultad. Durante su trayectoria profesional ha tenido la oportunidad de trabajar en temas de mercado laboral, economías regionales e innovación y realizó un voluntariado en el Congreso de la República, donde trabajó en proyectos de ley sobre ordenamiento territorial, ambientalismo y ruralidad. Actualmente, se desempeña como asistente de investigación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, apoyando al Área de Innovación en el cálculo de IDIC 2021, así mismo, acompañando en el desarrollo de proyectos de investigación enfocados en sistemas regionales de innovación.





Juan Manuel García

Investigador

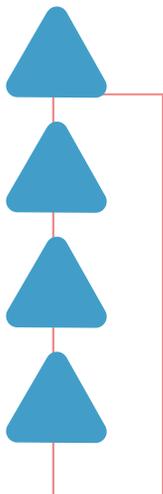
CONTACTO OCyT

Correo: jgarcia@ocyt.org.co

Área de Innovación

Economista de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá con maestría en Economía de la misma universidad. A lo largo de su trayectoria profesional, el trabajo de Juan Manuel se ha centrado en el desarrollo de índices, instrumentos de medición y evaluación de impacto de políticas y programas. Sus áreas de interés son la economía de la innovación, de la educación y el emprendimiento.

En el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología se desempeña como Investigador donde es el encargado de calcular los indicadores de varios capítulos del Libro Anual de Indicadores, así como de llevar a cabo proyectos de investigación y consultoría referentes al Área de Innovación.





Capítulo 05

Innovación y cooperación
en las empresas de
manufactura, servicios
y comercio en Colombia

Autores

Henry Mora Holguín
Silvia Alejandra Rojas
Juan Manuel García
Juan Camilo Castellanos



“ Del Sistema de Innovación de Colombia también se destaca la gran capacidad que tienen los actores estatales e híbridos para articular los programas e iniciativas locales y nacionales de fomento a la CTel que involucran a diversos actores del sistema, resaltando la gran importancia que estas tienen para dinamizar la economía basada en innovación, la cual tiene el potencial de generar bienestar general a largo plazo en el país.”



Innovación y cooperación en las empresas de manufactura, servicios y comercio en Colombia

Autores: Henry Mora Holguín, Silvia Alejandra Rojas, Juan Manuel García y Juan Camilo Castellanos

La innovación es un proceso y un resultado imprescindible en el avance tecnológico y crecimiento económico en los territorios; adicionalmente, las actividades de innovación demarcan la ruta para el desarrollo competitivo y la generación de valor y productividad en las distintas actividades económicas. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Oficina Europea de Estadística (Eurostat), la innovación se refiere a “un 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).

Por otra parte, la innovación también se convierte en un medio para responder a los cambios en el entorno, local, nacional o internacional. En este sentido, se puede observar cómo los procesos de innovación, y la innovación en sí misma, han sido demandados ante la



crisis sanitaria y económica generada por el COVID-19; el mundo se ha enfrentado a desafíos sin precedentes, en términos de su complejidad e intensidad. La velocidad y eficacia en las respuestas de los diferentes agentes, alrededor del mundo, ante la emergencia han dependido directamente del nivel de desarrollo en sus sistemas de innovación y de las capacidades científicas y tecnológicas disponibles para su atención. Así, aquellos territorios con sistemas de ciencia, tecnología e innovación robustos y mejor articulados han logrado mitigar las consecuencias negativas que la pandemia ha ocasionado de manera más rápida.

En general, la innovación es un proceso complejo, que lleva a sus autores a enfrentarse a diferentes tipos de obstáculos, tanto internos como externos a la organización; por ejemplo, la falta de recursos, de personal calificado o de información, o también obstáculos asociados a riesgos (incertidumbre al éxito o frente a la demanda) o al entorno (falta de cooperación con otras organizaciones o empresas o aspectos externos a la empresa, por ejemplo, relacionados con el mercado). De acuerdo con esto, para los diferentes actores, y en particular para las empresas que son el objeto de análisis de este capítulo, cobran relevancia las estrategias que se desarrollan para superar esos obstáculos.

Entre de las principales estrategias de las empresas para avanzar en la complejidad del proceso de innovación, superando obstáculos y logrando mayor impacto en los resultados, se encuentra el uso de redes de cooperación. En la literatura, se ha encontrado evidencia de la existencia de relaciones positivas asociadas a la cooperación entre empresas, la cooperación con instituciones intermediarias, la

cooperación con organizaciones de investigación y el desempeño en innovación de las empresas (Zeng, Xie y Tam, 2010; Castro y Martínez, 2018).

A nivel mundial, el importante aumento en el número de cooperaciones tecnológicas durante los últimos 20 años ha motivado un interés creciente en el ámbito empresarial, político y académico (Doebelin, 2016; OCDE 2002), por lo que surge la necesidad de disponer de métricas en cooperación e innovación que permitan orientar y vigilar las políticas públicas y estrategias empresariales del país en esta materia. De acuerdo con esto, este capítulo presenta un conjunto de indicadores sobre las capacidades de innovación de las empresas manufactureras y de servicios y comercio que afirmaron haber cooperado con algún actor del sistema de innovación para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, con el fin de determinar sus características y su evolución temporal¹; de igual manera, se presenta un mapa de los actores clave (MAC) del Sistema Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTel), en el que se reflejan sus componentes principales, los actores y sus relaciones (Figuroa et al., 2019; Carlsson y Stankiewicz, 1995).

Para la construcción y procesamiento de las estadísticas presentadas aquí, se utilizaron las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica de los sectores de manufactura y servicios y comercio. Estas encuestas tienen como propósito caracterizar las dinámicas tecnológicas y analizar las actividades de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas colombianas. El diseño y ejecución de las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica es un ejercicio realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), atendiendo las recomendaciones del Manual de Oslo de la OCDE y los lineamientos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología

1. Otro conjunto de indicadores sobre innovación en empresas de los sectores de manufactura y de servicios y comercio se pueden consultar en el portal de datos del OCyT <http://portal.ocyt.org.co/>.

Iberoamericana e Interamericana (RICYT), así como los estándares establecidos por la experiencia de medición en distintos países.

Cabe mencionar que estas encuestas se realizan de manera bienal e intercalada entre los sectores de servicios y comercio (EDITS) y manufactura (EDIT). La ventana de observación del capítulo contempla para el caso de la EDITS desde 2012 hasta 2019 (EDITS IV -VII) y para la EDIT desde 2011 hasta 2018 (EDIT VI-IX). Particularmente, la última EDITS encuestó 9.304 empresas, de las cuales el 67,67% no desarrolló ninguna innovación en los últimos dos años², por su parte, la última EDIT encuestó 7.529 empresas, de las cuales solo un 24,57% introdujo innovaciones o al menos desarrolló actividades con esa intención.

Respecto al establecimiento de relaciones y la cooperación con otros actores del SNCTel, para el desarrollo de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación, las empresas analizadas tuvieron el siguiente comportamiento, como se evidencia en la Tabla 1: en el sector de servicios y comercio, un mayor número de empresas se han relacionado con otros actores desde el periodo 2012-2013, ascendiendo de 597 (10,2% de las encuestadas) a 1.056 (11,3% de las encuestadas) empresas en los años 2018-2019; caso contrario pasa en el sector de manufactura, donde se ha presentado cada vez una menor cantidad de empresas que afirmaron tener una relación con entidades de SNCTel, pasando de 935 (10,2% de las encuestadas) a 718 (9,5% de las encuestadas) empresas desde la ventana de observación 2011-2018

En cuanto a actividades de cooperación, que para este análisis implica la participación con otras empresas o entidades (nacionales o internacionales) en proyectos conjuntos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación, las empresas de servicios y comercio

2. Las empresas no innovadoras son aquellas empresas que en el período de referencia de la encuesta no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso, o haber abandonado, algún proyecto para la obtención de innovaciones.

presentan una tendencia creciente, tanto con socios nacionales como internacionales, pasando de 617 empresas en la EDITS IV (2012-2013) a 939 en la EDITS VII (2018-2019). Para las empresas manufactureras, aunque el número de empresas encuestadas ha disminuido, la cooperación para la realización de actividades de CTel se ha mantenido entre un 8% - 9% del total de empresas encuestadas. Sin embargo, en el último año de observación se presentó el menor porcentaje; además se ha dado una continua disminución en el número de empresas que cooperaron con actores de orden internacional a lo largo del periodo analizado (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Número de empresas que se relacionaron o cooperaron con otros actores del SNCTI para el desarrollo de innovaciones, 2011-2019

Relación y cooperación	Servicios (EDITS)				Manufactura (EDIT)			
	IV	V	VI	VII	VI	VII	VIII	IX
	12 -13	14 -15	16 -17	18 -19	11 - 12	13 - 14	15 -16	17 -18
Empresas que se relacionan	597	824	791	1.056	935	772	822	718
Empresas que cooperan	617	796	687	939	882	661	645	653
• Con actores en el país	225	779	643	898	405	333	598	596
• Con actores en el extranjero	254	232	223	278	419	308	279	264
Total de empresas encuestadas	5.848	8.057	8.651	9.304	9.137	8.835	7.947	7.529

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDITVI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX. EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, EDITS VII.

En relación con las actividades económicas de las empresas, para la EDITS VII (2018-2019), el mayor número de empresas que cooperaron eran de salud humana (164 empresas) y educación superior (146 empresas). Por otra parte, resulta interesante que, en el caso de los centros de investigación y desarrollo, el 66% de los encuestados cooperó en el periodo de referencia. Para las empresas de manufactura que cooperaron, la mayoría de ellas se dedicaban a la elaboración de alimentos (123 empresas), o la fabricación de sustancias y productos químicos (109 empresas)³.

3. El detalle para las otras actividades económicas se puede consultar en el portal de datos del OCyT <http://portal.ocyt.org.co/>.

Otro factor que permite analizar las capacidades de las empresas para relacionarse con otros actores del SNCTI, o al interior de la empresa, para el desarrollo de la innovación tiene que ver con las fuentes de información que usan para la identificación de nuevas ideas. Las fuentes internas pueden ser grupos, departamentos o personas de la misma empresa o del mismo grupo, y las fuentes externas a la empresa pueden ser organizaciones o empresas que no pertenecen al mismo grupo empresarial, o medios de información de libre acceso. Como se evidencia en la Tabla 2, en el sector de servicios y comercio el número de empresas que manifestó como importantes las fuentes internas pasó de 1.744 (29,82%) en el primer periodo (2012-2013) a 3.230 (34,72%) en el último (2018-2019), y para las fuentes externas también se evidenció un incremento significativo.

Por el contrario, en el sector de manufactura, se presentó un menor número de empresas que consideran importantes las fuentes internas como origen de ideas para el desarrollo de innovaciones, disminuyendo de 2.634 empresas (28,83%) a 2.059 (27,35%) durante el periodo analizado; de igual forma, se ha mostrado una continua disminución en la importancia de fuentes externas tanto de procedencia nacional como internacional

Tabla 2. Número de empresas que consideran importantes fuentes de información y conocimiento como origen de las ideas para innovar, según procedencia, 2011-2019

Origen de las ideas	Servicios (EDITS)				Manufactura (EDIT)			
	IV	V	VI	VII	VI	VII	VIII	IX
Periodo ▶	12-13	14-15	16-17	18-19	11-12	13-14	15-16	17-18
Fuentes internas a la empresa	1.744	2.234	2.093	3.230	2.634	2.222	2.215	2.059
Fuentes externas a la empresa	1.227	1.620	1.436	2.251	1.967	1.572	1.628	1.492
• De procedencia nacional	1.204	1.595	1.418	2.206	1.935	1.538	1.590	1.445
• De procedencia internacional	462	565	507	776	1.026	841	818	778
Total de empresas	5.848	8.057	8.651	9.304	9.137	8.835	7.947	7.529

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDITVI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX. EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, EDITS VII.

Al analizar los actores con los que las empresas se relacionan para adelantar procesos de innovación se encuentra que los principales actores son las universidades, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y las agremiaciones sectoriales y las cámaras de comercio; aunque la Superintendencia de Industria y Comercio ha sido uno de los actores con mayor crecimiento en materia de relaciones. Respecto a las Universidades y el SENA, se podría asumir que las relaciones se asocian con la formación y capacitación, bien sea para personal vinculado con las empresas o para incorporar nuevo personal; mientras que para los últimos actores la articulación podría enfocarse un poco más hacia la asesoría y acompañamiento, así como al financiamiento (esto se puede contrastar más adelante, en el análisis de los objetivos de la cooperación - Tabla 4).

De manera opuesta, los actores con los que se establecen menos relaciones han sido Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica, Centros regionales de productividad y parques tecnológicos; puntualmente para empresas del sector de manufactura el actor con quién hay menor relacionamiento son los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología (más detalle de estas relaciones se puede observar en la Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de empresas que se relacionaron con otros actores del SNCTI para la realización de actividades conducentes a la innovación, 2011-2019

Principales tipos de Actor	Servicios (EDITS)				Manufactura (EDIT)			
	IV	V	VI	VII	IV	V	VI	VII
	12-13	14-15	16-17	18-19	12-13	14-15	16-17	18-19
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias)	31,32%	28,16%	29,58%	30,59%	15,83%	18,91%	20,19%	21,59%
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)	39,20%	41,38%	45,89%	41,67%	42,46%	35,88%	46,11%	38,58%
ICONTEC	28,14%	28,16%	27,43%	28,79%	33,05%	30,18%	27,98%	29,81%
Superintendencia de Industria y Comercio	16,75%	21,97%	28,32%	26,80%	19,57%	21,11%	23,72%	23,40%
Dirección Nacional de Derechos de Autor	13,23%	15,05%	17,19%	14,20%	4,60%	4,15%	5,11%	4,18%
Ministerios	47,24%	45,87%	43,24%	33,81%	14,22%	15,16%	15,45%	17,83%

Universidades	43,05%	42,84%	43,87%	42,14%	34,97%	34,46%	37,71%	38,02%
Centros de Desarrollo Tecnológico	16,42%	13,96%	13,65%	14,20%	9,52%	12,18%	10,83%	10,17%
Centros de Investigación Autónomos	10,55%	10,44%	12,01%	10,42%	7,70%	7,25%	6,93%	5,99%
Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica	7,37%	6,19%	5,69%	5,68%	2,35%	2,85%	2,31%	2,51%
Parques Tecnológicos	9,55%	9,10%	9,10%	7,29%	3,64%	4,27%	4,99%	3,76%
Centros Regionales de Productividad	7,20%	6,31%	7,59%	6,25%	2,46%	6,61%	7,42%	4,87%
Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología	10,22%	9,10%	8,72%	9,47%	2,57%	2,59%	1,82%	1,67%
Comisiones Regionales de Competitividad	9,88%	8,37%	9,23%	8,52%	2,57%	3,37%	3,41%	3,34%
Agremiaciones Sectoriales y Cámaras de Comercio	29,31%	29,85%	32,74%	32,10%	26,31%	28,89%	28,83%	31,48%
Consultores en Innovación y Desarrollo Tecnológico	30,99%	29,13%	28,32%	28,13%	26,84%	24,87%	25,79%	24,51%
PROEXPORT - PROCOLOMBIA	10,22%	9,83%	7,33%	8,52%	24,71%	20,34%	24,94%	26,74%
BANCOLDEX	N.D.	8,25%	8,98%	8,43%	N.D.	13,60%	14,48%	14,48%
Entidades de formación técnica y tecnológica (distintas al SENA)	N.D.	16,50%	16,94%	14,58%	N.D.	11,66%	13,14%	11,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDITVI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX. EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, EDITS VII.

Total de empresas que se relacionaron según encuesta: EDIT VI = 935, EDIT VII = 772, EDIT VIII = 822, EDIT IX = 718, EDITS IV = 597, EDITS V = 824, EDITS VI = 791, EDITS VII = 1056.

Al analizar la cooperación para el desarrollo e introducción de innovaciones, a partir de la última encuesta disponible (2018-2019 y 2017-2018), se encuentra que, en general las empresas cooperan principalmente con proveedores para ejecutar actividades conducentes a la innovación, seguido por cooperaciones con los clientes y universidades. Específicamente, las empresas del sector de servicios y comercio cooperan principalmente con el objetivo de desarrollar asistencia técnica y consultoría con investigadores(as) y proveedores(as), así como para la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (I+D) con universidades. En el caso de las empresas de manufactura, el principal objetivo es la realización de I+D, y lo hacen principalmente con proveedores y clientes.

Tabla 4. Distribución de empresas que cooperan con otros actores para la realización de actividades conducentes a la innovación, según objetivo de Cooperación, 2017-2019

Tipo de socio	Objetivo de la Cooperación															
	Investigación y desarrollo		Adquisición de maquinaria y equipo		Tecnologías de información y telecomunicaciones		Mercadotecnia		Transferencia de tecnología y/o adquisición de otros conocimientos externos		Asistencia técnica y consultoría		Ingeniería y diseño industrial		Formación y capacitación	
	EDIT IX	EDITS VII	EDIT IX	EDITS VII	EDIT IX	EDITS VII	EDIT IX	EDITS VII	EDIT IX	EDITS VII	EDIT IX	EDITS VII	EDIT IX	EDITS VII	EDIT IX	EDITS VII
Otras empresas del mismo grupo (conglomerado)	16,2%	12,6%	6,9%	4,5%	3,7%	14,4%	6,1%	3,8%	8,4%	3,5%	12,1%	8,7%	8,7%	7,9%	9,0%	10,2%
Proveedores(as)	23,4%	10,4%	33,4%	18,4%	12,1%	26,7%	8,7%	8,6%	12,4%	3,6%	28,0%	19,5%	13,8%	12,5%	21,1%	15,2%
Clientes(as)	22,7%	10,5%	4,3%	3,4%	3,4%	12,5%	13,9%	8,4%	6,3%	2,0%	11,5%	10,3%	7,5%	6,9%	8,3%	9,2%
Competidores	3,4%	4,6%	1,2%	0,4%	0,6%	3,4%	1,5%	1,7%	1,8%	1,0%	2,1%	4,3%	1,1%	1,2%	1,1%	3,6%
Agentes consultores(as), expertos(as) o investigadores(as)	12,3%	13,3%	4,6%	3,3%	4,0%	14,3%	4,0%	3,1%	8,0%	2,4%	19,8%	20,8%	4,9%	7,8%	12,9%	13,0%
Universidades	18,1%	18,3%	0,8%	2,1%	2,1%	9,4%	1,4%	1,5%	6,3%	4,0%	9,8%	11,1%	4,4%	6,9%	11,9%	17,5%
Centros de Desarrollo Tecnológico	4,9%	5,3%	0,0%	0,7%	0,8%	3,4%	0,5%	0,2%	1,5%	1,6%	3,5%	4,2%	0,8%	1,9%	3,2%	3,5%
Centros de Investigación Autónomos	4,3%	5,0%	0,5%	0,1%	0,0%	2,0%	0,5%	0,2%	1,2%	1,0%	2,5%	3,2%	1,1%	1,2%	1,8%	3,0%
Parques Tecnológicos	1,7%	2,6%	0,0%	0,1%	0,2%	1,4%	0,0%	0,3%	1,2%	0,6%	1,1%	2,1%	0,3%	1,1%	1,1%	1,8%
Centros Regionales de Productividad	1,5%	2,4%	0,2%	0,5%	0,3%	1,6%	0,6%	0,4%	1,1%	0,7%	2,3%	3,0%	0,2%	1,0%	2,8%	1,9%
Organizaciones no gubernamentales	3,1%	4,7%	0,9%	0,7%	0,9%	2,2%	0,6%	0,7%	2,0%	0,9%	2,9%	4,9%	0,3%	1,5%	4,0%	4,6%
Gobierno	5,4%	9,8%	0,9%	4,9%	0,5%	6,5%	0,8%	1,0%	2,0%	2,4%	5,1%	10,0%	0,6%	3,6%	5,4%	8,9%

Fuente: DANE, EDITS VI, EDIT IX
 En el sector servicios en total 939 empresas respondieron que cooperaron en la EDITS VII. En el sector manufactura en total 653 empresas respondieron que cooperaron en la EDIT IX.

En la Tabla 5 y la Tabla 6 se presentan los porcentajes de empresas que obtuvieron innovaciones de producto o proceso para los periodos analizados, y si desarrollaron o no actividades de cooperación. Al analizar esta relación se evidencia que para todos los periodos y todas las empresas existe una gran diferencia en el porcentaje de empresas que obtienen resultados de innovación en producto y que además desarrollaron actividades de cooperación con otros actores frente a las que no cooperaron. Este mismo hallazgo se evidenció para las empresas que introdujeron innovaciones de proceso. De aquí se puede deducir que la cooperación entre empresas y actores del SNCTI puede ser un factor que favorezca el desarrollo e introducción de innovaciones.

No obstante, es importante mencionar el aumento significativo de empresas del sector de servicios y comercio, así como de manufactura, que innovaron en producto y/o proceso durante todo el periodo analizado, tanto para las empresas que cooperaron como las que no. En general, esto podría estar indicando un mejor desempeño de las empresas colombianas en la introducción de innovaciones.

Tabla 5. Porcentaje de empresas del sector de servicios y comercio que cooperaron y no cooperaron, según tipo de innovación, 2012-2019

	EDITS IV 2012-2013		EDITS V 2014-2015		EDITS VI 2016-2017		EDITS VII 2018-2019	
	No cooperan	Cooperan	No cooperan	Cooperan	No cooperan	Cooperan	No cooperan	Cooperan
% empresas que innovaron en producto	4,45%	42,30%	4,85%	53,02%	4,09%	48,03%	6,30%	52,18%
% empresas que innovaron en proceso	13,44%	74,88%	12,74%	69,85%	10,61%	72,78%	19,31%	83,39%
Total de empresas	5.231	617	7.260	796	7.964	687	8.365	939

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, EDITS VII.

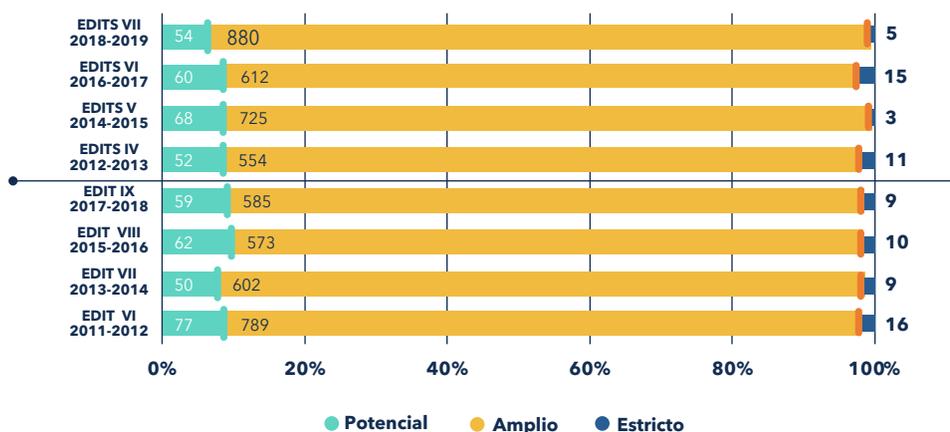
Tabla 6. Porcentaje de empresas del sector de manufactura que cooperaron y no cooperaron, según tipo de innovación, 2011-2018

	EDITS VI 2011-2012		EDITS VII 2013-2014		EDITS VIII 2015-2016		EDITS IX 2017-2018	
	No cooperan	Cooperan	No cooperan	Cooperan	No cooperan	Cooperan	No cooperan	Cooperan
% empresas que innovaron en producto	6,71%	55,90%	5,95%	56,13%	6,94%	58,29%	6,40%	58,81%
% empresas que innovaron en proceso	10,66%	73,47%	10,35%	71,56%	12,54%	73,95%	11,59%	76,72%
Total de empresas	8.255	882	8.174	661	7.302	645	6.876	653

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDITVI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX

Además de considerar la relación entre empresas que innovan y que cooperan, también se puede analizar el grado de novedad de las innovaciones. De acuerdo con la fuente de datos usada, las empresas se pueden clasificar en cuatro clases según el tipo de innovación introducida, desde las más disruptivas a las de menor novedad: 1) innovadoras en sentido estricto, 2) innovadores en sentido amplio, 3) potencialmente innovadoras, y 4) no innovadoras⁴. En la Figura 1 se presenta esta relación.

Figura 1. Distribución de las empresas que cooperaron por grado de innovación, 2011-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDITVI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX. EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, EDITS VII.

4. Las definiciones de las 4 categorías de grado de innovación empresarial (sentido estricto, sentido amplio, potencialmente innovadoras y no innovadoras) se encuentran disponibles en las fichas metodológicas de los indicadores del capítulo.

De la figura anterior se evidencia que, en general, las empresas que cooperaron, de todos los sectores, introdujeron innovaciones en sentido amplio (novedosas para el país o para la empresa), y un número limitado innovó en sentido estricto (novedosas a nivel mundial). Para la última encuesta de servicios (EDITS VII) el 93.72% de empresas que cooperaron presentaron un grado de innovación amplio; cabe señalar que este número aumentó significativamente respecto al periodo anterior, pero que el número y distribución de empresas que cooperaron y son potencialmente innovadoras disminuyó, al igual que las empresas que innovaron en sentido estricto. En el caso de la última encuesta de manufactura, el 89.59% de empresas que cooperaron son innovadoras en sentido amplio, y tan solo el 1.38% presentaron innovaciones en sentido estricto.

Otro aspecto por considerar al analizar las empresas que cooperan y los resultados que obtienen en términos de innovación tiene que ver con los recursos que invierten con este último propósito. Al respecto, la inversión en actividades conducentes a la innovación por parte de las empresas del sector de servicios y comercio ha crecido cerca del 348% desde 2012, presentando un valor de \$5.470.301.392 (miles de pesos corrientes) para el año 2019. Mientras que, en el sector manufacturero este monto ha disminuido levemente desde el año 2011, y reporta un valor de \$2.069.593.025 (miles de pesos corrientes) para el año 2018. Complementariamente, al analizar la inversión de las empresas de servicios y comercio que cooperaron, entre el 75% - 80% del total de inversión corresponde a empresas que cooperaron en el periodo de referencia; respecto al sector de manufactura, el 54,51% del total de inversión en el año 2018, pertenece a empresas que cooperaron⁵.

5. En el portal de datos del OCyT se pueden encontrar otros indicadores relacionados con la inversión en actividades conducentes a la innovación, como fuentes de los recursos y tipo de actividad en la que se invierte.

Por último, agregando al análisis de las empresas que cooperan el factor de personal, vale la pena dar una mirada a cuál es el comportamiento del personal que participa en las actividades conducentes a la innovación. En la Tabla 7 se presenta el porcentaje de personas que participó en estas actividades de innovación respecto al total de personal ocupado para la empresa que cooperaron. En el sector de servicios y comercio, se halló que en 2019 el total de personal ocupado promedio ascendió a 650.012 en las empresas que cooperaron, y que de estos el 5,89% colaboró en actividades conducentes a la innovación, un porcentaje un poco más alto a lo que sucedía en el año 2012 cuando representaban el 5,77%.

Por su parte, para las empresas de manufactura, el porcentaje de personas desarrollando actividades de innovación respecto al total de personal ocupado es menor comparado con las empresas de servicios. Este porcentaje se ha mantenido alrededor del 4%, sin embargo, para la última encuesta se presentó la menor participación del periodo analizado, ya que solo el 3,01% del personal ocupado participó en actividades de innovación.

Tabla 7. Porcentaje de personas que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación, en las empresas de manufactura y servicios que cooperaron

Sector	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Servicios y Comercio	N.D.	5,77%	7,03%	6,39%	7,51%	5,13%	5,73%	5,60%	5,89%
Manufactura	4,35%	5,46%	4,09%	4,72%	4,48%	4,77%	3,02%	3,49%	N.D.

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDITVI, EDIT VII, EDIT VIII, EDIT IX. EDITS IV, EDITS V, EDITS VI, EDITS VII.

Observando el personal que participó en actividades conducentes a la innovación según su ubicación se encuentra que, en el sector de servicios y comercio, Bogotá es el territorio con mayor participación para el último periodo (14.363 personas), mientras que, en el sector de manufactura el mayor número de personas se concentra principalmente en Antioquia (2.286 personas). En la Tabla 8 se puede ver la distribución para el resto de los departamentos.

Tabla 8. Número de personas que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación en empresas que cooperaron, según departamento

Año	EDITS VII		EDIT IX	
	2018	2019	2017	2018
Amazonas	92	106	2	2
Antioquia	5.520	6.082	2.068	2.286
Arauca	20	25	0	0
Atlántico	1097	1191	267	307
Bogotá	13.030	14.363	1.559	1.830
Bolívar	1.366	1.473	229	287
Boyacá	667	824	90	72
Caldas	735	805	249	291
Caquetá	65	79	5	6
Casanare	137	134	16	17
Cauca	1.004	994	41	43
Cesar	248	283	16	16
Chocó	31	37	0	0
Córdoba	432	539	9	18
Cundinamarca	1.165	1.171	527	664
Guainía	13	40	0	0
Guaviare	42	40	0	1
Huila	520	429	2	4
La Guajira	602	630	0	0
Magdalena	512	552	8	7

Meta	478	472	26	51
Nariño	435	439	4	9
Norte de Santander	279	320	17	42
Putumayo	12	23	1	0
Quindío	557	476	25	50
Risaralda	563	646	161	199
San Andrés	15	14	0	0
Santander	1.608	1.861	148	215
Sucre	170	180	20	25
Tolima	335	352	13	45
Valle	3.429	3.643	869	912
Vaupés	20	13	0	0
Vichada	30	47	0	0
Total	35.229	38.283	6.372	7.399

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE. EDIT IX, EDITS VII.

A la luz de lo que se encuentra en el Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) destaca que Bogotá y Antioquia son los territorios con mejores resultados en el Índice, y a su vez, son las entidades territoriales que presentan sistemas de innovación más maduros, mejor articulados y con la mayor cantidad de actores y personas involucrados en los procesos de innovación del país. Por el contrario, departamentos como Arauca, Chocó, La Guajira y Vichada muestran una cantidad casi nula de personal dedicado a las actividades de innovación en las empresas que cooperaron en el periodo de referencia y los sistemas de innovación más incipientes en el país.

A manera de conclusión...

- El número de empresas del sector servicios y comercio que se relacionaron y cooperaron han aumentado considerablemente desde el periodo 2012-2013, alrededor del 11% de ellas se relacionan con otros actores y un 10% aproximadamente coopera para el desarrollo e introducción de innovaciones. Por su parte, para las empresas de manufactura, estas participaciones han disminuido un poco; sin embargo, y de manera general, en el país existe un conjunto de empresas que reconoce los beneficios de trabajar articuladamente, crear sinergias y fortalecer capacidades y generar resultados de mayor impacto gracias a la vinculación con otros actores del SNCTel.
- Respecto al uso de fuentes de información y conocimiento como origen de las ideas para innovar, el comportamiento es similar al del relacionamiento, ha crecido para las empresas del sector servicios y comercio, tanto para las fuentes internas y externas, mientras que para las empresas del sector de manufactura el porcentaje ha disminuido durante el periodo analizado (2011-2018).
- De acuerdo con las últimas encuestas de desarrollo e innovación tecnológica, las empresas de manufactura, servicios y comercio se relacionan principalmente con actores dedicados a apoyar la formación de recursos humanos en CTel, como lo son el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y las universidades. Se podría deducir que la relación se direcciona a la provisión de recursos humanos altamente calificados para el desarrollo de innovaciones.
- En cuanto al establecimiento de actividades de cooperación, las empresas principalmente las desarrollan con los actores de su cadena de valor, proveedores y clientes, además con universidades. De esta forma se evidencian las capacidades que tienen las empresas para desarrollar innovaciones colaborativas, y de mayor valor e impacto.

Este argumento se refleja en los resultados en términos de innovación, pues proporcionalmente es más alto el número de empresas que innovaron y cooperaron que las que no cooperaron; y así mismo en el aumento de las inversiones en actividades de innovación.

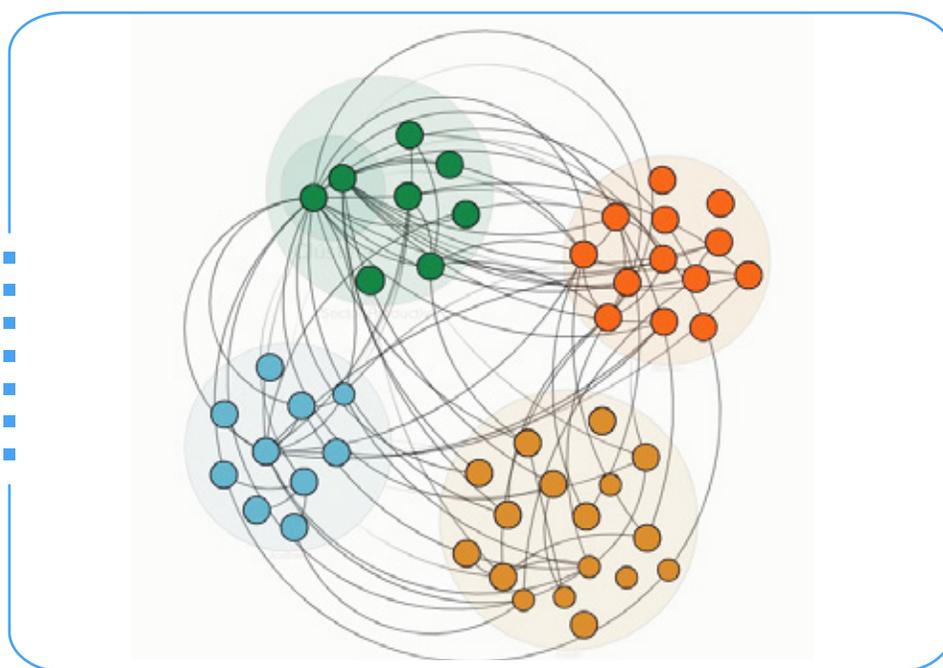
Una aproximación al sistema de innovación de Colombia: Una descripción de sus interacciones

Para complementar el análisis hecho hasta ahora sobre la cooperación entre las empresas y los diferentes actores del SNCTel se presenta una aproximación al Sistema Nacional de Innovación (SNI). Desde la literatura los Sistemas de Innovación (SI) se han estudiado, y documentado, desde hace más de 30 años. Investigaciones como las de Smith & Schumpeter (2018), Mazzucato (2011), Hekkert, Suurs, Negro, Kuhlmann & Smits (2007), Lundvall (2007) y Malerba (2002), han demostrado que los sistemas nacionales de innovación se han convertido en un factor de suma importancia para la evolución en ciencia y tecnología, así como una herramienta para promover la productividad, el crecimiento, y la competitividad basados en innovación.

En Colombia, como en otros países de la región, el SNI, aunque existe formalmente desde hace varias décadas, en la práctica es todavía incipiente, pues sus actores no se encuentran fluidamente articulados. Al analizar el SNI en el país, a partir del modelo de cuatro hélices o grupos de actores (Franco & Rodríguez, 2020), se encuentra: 1) el sector productivo, que abarca empresas, clústeres, sector financiero y demás actores que participan en el uso de conocimiento, creación de nuevos productos y servicios y generación de nuevos mercados a través de invenciones; 2) la academia, que incluye todo lo referente a actores que desarrollan investigaciones, y crean, comparten y transfieren conocimiento, así como otros que se dedican a la apropiación

social de la ciencia y la tecnología, 3) el estado, que involucra a sus entes formuladores de política pública de competitividad, innovación y fortalecimiento empresarial, académico y su capacidad como financiador público de la innovación, y 4) los actores híbridos, que comprenden entidades e iniciativas que cumplen más de una función y que integran a varios actores de las demás hélices, incluyendo a la sociedad civil organizada como fuente de ideas, innovación y articulación para el desarrollo.

Figura 2. Mapa de actores clave del sistema nacional de innovación



Fuente: Elaboración propia
Disponible en: <https://embed.kumu.io/f8249f9f40a3e18f6f17e75f5fd01158>

En la Figura 2 (y en el enlace adjunto) se hace una abstracción del SI de Colombia, en el que se observan las hélices mencionadas anteriormente y sus conexiones, entre las cuales destaca la importancia de cooperar con los demás actores, especialmente en el sector productivo pues son los principales beneficiarios de la articulación, pues pueden poner en

funcionamiento y explotar el conocimiento generado en la academia, aprovechar financiación pública o privada para apalancar sus proyectos de innovación, cooperar entre ellas mediante economías a escala en clústeres, entre otras. De acuerdo con la literatura, las empresas siguen siendo el centro del sistema de innovación, sin dejar de reconocer la innovación que también generan otros tipos de actores (Malerba, 2002; Díaz & Vallejos, 2012; Suominen, Seppanen & Dedehayir, 2019).

De igual forma, la correcta articulación del SNI no solo beneficia al sector productivo, sino también al académico por cuanto les da relevancia a las capacidades de transferencia de conocimiento, abre posibilidades de investigación, impulsa la formación de alto nivel para fines específicos de la sociedad, entre otros. Por último, del Sistema de Innovación de Colombia también se destaca la gran capacidad que tienen los actores estatales e híbridos para articular y hacer fluidos los programas e iniciativas locales y nacionales de fomento a la ciencia y la tecnología que involucran a diversos actores del sistema, resaltando la gran importancia que estas tienen a nivel local para dinamizar la economía basada en innovación, la cual tiene el potencial de generar bienestar general a largo plazo.

Nota metodológica

Las fuentes de información para los indicadores aquí calculados y presentados son las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) de los sectores de manufactura y servicios y comercio, 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). La ventana de observación del capítulo contempla para el caso de la EDIT Servicios desde 2012 hasta 2019 (EDITS IV -VII) y para la EDIT manufactura desde 2011 hasta 2018 (EDIT VI-IX).

Los indicadores que se presentan para las empresas que cooperan se midieron a partir de la variable de cooperación. Esta variable se construyó considerando a las empresas que cooperan como aquellas que en la encuesta indicaron que habían cooperado al menos con uno de los siguientes actores: Otras empresas del mismo

grupo (conglomerado); Proveedores(as); Clientes(as); Competidores; Agentes consultores(as), expertos(as) o investigadores(as); Universidades; Centros de desarrollo tecnológico; Centros de investigación autónomos; Parques tecnológicos; Centros regionales de productividad; Organizaciones no gubernamentales o Gobierno.

Por su parte, la variable de relacionamiento con otros actores se construyó a partir de si las empresas indicaron que se habían relacionado con al menos uno de los siguientes actores: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA); ICONTEC; Superintendencia de Industria y Comercio; Dirección Nacional de Derechos de Autor; Ministerios; Universidades; Centros de Desarrollo Tecnológico; Centros de Investigación Autónomos; Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica; Parques tecnológicos; Centros regionales de productividad; Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología; Comisiones Regionales de Competitividad; Agremiaciones Sectoriales y Cámaras de Comercio; Consultores en Innovación y Desarrollo Tecnológico; PROEXPORT - PROCOLOMBIA; BANCOLODEX; Entidades de formación técnica y tecnológica (distintas al SENA); MinCIT; Innpulsa; o Colombia productiva.

REFERENCIAS

- Boletín técnico Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica (2020), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Bogotá
- Castro, J. A. V., Coria, E. C., & Martínez, E. E. V. (2018). Cooperación empresarial para el fomento de la innovación en la pyme turística. *Revista de ciencias sociales*, 24(3), 9-20.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1995). On the nature, function, and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1(2), 93-118.
- Castillo-Vergara, Mauricio, & Torres Aranibar, Enrique. (2019). El papel de la Cooperación para Desarrollar Innovación Tecnológica en la PYME. *Journal of technology management & innovation*, 14(4), 41-53. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242019000400041>
- Díaz, G., Lemarie, R., & Vallejos, A. (2012). Componentes y dinámicas internas de un sistema de innovación regional: la región de Los Lagos (Chile). *Ciencia, docencia y tecnología*, 23(44), 9-45.
- Doebelin, E. O. (2016). El efecto de las cooperaciones horizontales sobre múltiples dimensiones.
- Figueroa-Rodríguez, K. A., Díaz-Sánchez, E. L., Figueroa-Sandoval, B., Sangerman-Jarquín, D. M., & Figueroa-Rodríguez, Ó. L. (2019). Innovación y productores: un análisis bibliométrico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(2), 379-391.
- Franco Gómez, M. C., & Rodríguez Crespo, G. C. (2020). Una incursión al Modelo Triple Hélice, visto desde la Universidad Metropolitana del Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 204-211.



Henry Mora Holguín

Líder Área de Innovación

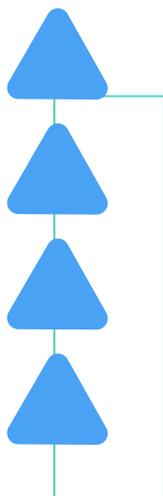
CONTACTO OCyT

Correo: hmora@ocyt.org.co

Área de Innovación

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.

Actualmente se desempeña como Líder de Investigación del Área de Innovación, encargado de la formulación y ejecución de proyectos del área, producción de



indicadores sobre propiedad intelectual e innovación, búsqueda y gestión de recursos económicos para el desarrollo de proyectos. Es par evaluador reconocido por MinCiencias para evaluación de proyectos y documentos científicos como artículos, libros y capítulos de libro. 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.



Silvia Alejandra Rojas Aguilar

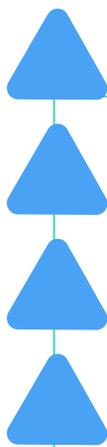
Asistente de Investigación

CONTACTO OCyT

Correo: srojas@ocyt.org.co

Área de Innovación

Economista de la Universidad de los Andes con enfoque en políticas públicas y macroeconomía, durante su trayectoria académica ha presentado interés en la investigación, temas con impacto social y desarrollo regional. Participó en el semillero Misión de Sabios enfocándose en bioeconomía, biotecnología y medio ambiente, así mismo, hizo parte de la revista Supuestos de su facultad. Durante su trayectoria profesional ha tenido la oportunidad de trabajar en temas de mercado laboral, economías regionales e innovación y realizó un voluntariado en el Congreso de la República, donde trabajó en proyectos de ley sobre ordenamiento territorial, ambientalismo y ruralidad. Actualmente, se desempeña como asistente de investigación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, apoyando al Área de Innovación en el cálculo de IDIC 2021, así mismo, acompañando en el desarrollo de proyectos de investigación enfocados en sistemas regionales de innovación.





Juan Manuel García

Investigador

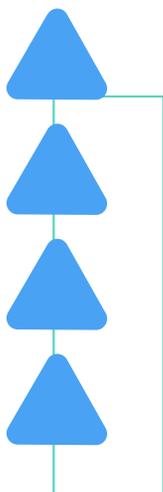
CONTACTO OCyT

Correo: jgarcia@ocyt.org.co

Área de Innovación

Economista de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá con maestría en Economía de la misma universidad. A lo largo de su trayectoria profesional, el trabajo de Juan Manuel se ha centrado en el desarrollo de índices, instrumentos de medición y evaluación de impacto de políticas y programas. Sus áreas de interés son la economía de la innovación, de la educación y el emprendimiento.

En el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología se desempeña como Investigador donde es el encargado de calcular los indicadores de varios capítulos del Libro Anual de Indicadores, así como de llevar a cabo proyectos de investigación y consultoría referentes al Área de Innovación.





Juan Camilo Castellanos

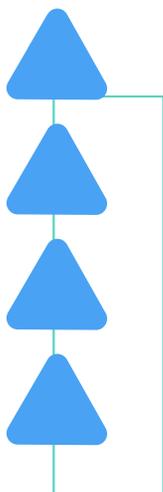
Investigador

CONTACTO OCyT

Correo: jcastellanos@ocyt.org.co

Área de Innovación

Economista y Magister en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana. Investigador-Consultor con práctica en 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; diseño y cálculo del Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC); cálculo 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 regionales de innovación. De igual forma, se desempeñó como asistente de investigación, acompañando proyectos de evaluación de impacto de la financiación (pública y privada) en los centros de investigación, así como en la construcción del Índice de Equidad de Género (IEG).



En la actualidad 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 la innovación a nivel nacional y departamental, así como la actualización de indicadores base de Ctel.



Capítulo 06

Cultura en Ciencia Tecnología e innovación

Autora

Diana Marcela Caho Rodríguez



“La cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) se define como la puesta en marcha de acciones usualmente propuestas por los organismos de estas áreas temáticas, las cuales contribuyen no solo a generar un aumento del conocimiento, sino a despertar y desarrollar interés en la ciencia y tecnología por parte de los ciudadanos o de los públicos no expertos.”



Cultura en Ciencia Tecnología e Innovación

Autora: Diana Marcela Caho Rodríguez

La cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) se define como la puesta en marcha de acciones usualmente propuestas por los Organismos de Ciencia, Tecnología e Innovación, las cuales contribuyen no solo a generar un aumento del conocimiento sino a despertar y desarrollar interés por la ciencia y tecnología por parte de los ciudadanos o de los públicos no expertos. Este proceso presupone la generación de espacios entre los productores de conocimiento y los diversos grupos sociales, los cuales participan o se vinculan trayendo consigo intereses, códigos, prácticas que circulan en espacios de encuentro (Polino & Cortassa, 2015; Ferrer y León, 2008).

La compleja situación que trajo consigo el virus SARS-COV-2 y su enfermedad Covid-19, permitió comprender que para mitigar los efectos en este contexto de pandemia, es necesario realizar un trabajo inter y transdisciplinar de aquellos conocimientos científicos que no se encuentran estabilizados, los cuales orientan los hábitos y comportamientos relacionados con el manejo



de la salud pública, a partir de la comprensión de la enfermedad que realizan los tomadores de decisiones y que son adoptados por la sociedad en general (OCyT, 2021). Una de las posibilidades de entablar un trabajo colaborativo y democrático, en el que se comprenda el principio de realidad y se construyan conversaciones simétricas basadas en el respeto e interés por conocer un conjunto de saberes, conceptos generales, prácticas entre otros aspectos de las comunidades o ciudadanos (SOMEDICYT, Fibonacci, 2020), puede presentarse en el amplio espectro de actividades que constituyen la Cultura CTel.

Con el objetivo de comprender las dinámicas y los procesos que se encuentran en esta dimensión, en el año 2016 el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), realizó una propuesta de clasificación de indicadores a partir de un trabajo de conceptualización en los cuales se encuentran una variada tipología de actividades, proyectos y programas que contribuyen al fomento y desarrollo de la Cultura CTel; en este trabajo se proponen cuatro dimensiones: caracterización, comunicación pública de la ciencia, vocaciones científicas y apropiación social de la CTel. Esta última dimensión ha contado con varios desarrollos en la política pública: año 2005, propuesta de Política de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (ASCTel); año 2010 Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia (ENASCTI) y en el año 2021, La Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la Ciencia, Tecnología e Innovación para Colombia.

Para este informe se relacionarán los indicadores construidos como aproximaciones a las dimensiones de caracterización, vocaciones científicas y apropiación social de la CTel (o conocimiento de acuerdo con la última política). Los indicadores se calculan a partir de la

información facilitada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) que es el organismo que tiene como función coordinar el Sistema Nacional de CTel (SNCTel) y de gestionar iniciativas relacionadas con la Cultura CTel. Los períodos de observación se encuentran relacionados de acuerdo con la disponibilidad de información que reporta la fuente y que también se relaciona con el año de la implementación de la iniciativa. Es importante mencionar que éste reporte constituye un acercamiento a las actividades relacionadas con la Cultura CTel, ya que se tiene conocimiento de las múltiples y diversas iniciativas del país que podrían relacionarse con algunas de las dimensiones propuestas, pero que hasta el momento no es posible capturar.

En este sentido se inicia con la dimensión de caracterización, en la cual se integra información relacionada con espacios físicos, fuentes de financiación, instituciones y recursos humanos que gestionan la Cultura CTel en los departamentos. Para esta versión se presentan indicadores relacionados con los proyectos financiados a través del Sistema General de Regalías (SGR), que tienen como enfoque la ASCTel, de acuerdo con el departamento, el sector, los montos de financiación y la entidad ejecutora, en una ventana de observación que va del año 2013 al 2019.

En este sentido los departamentos que más relacionan proyectos con este enfoque son los departamentos de Huila y Valle del Cauca con seis (6) respectivamente frente al año 2018, en el que Tolima reportaba cuatro (4) proyectos. Para el último año, 2019, Tolima reporta cinco (5) y Caldas con cuatro (4) proyectos reportados. De otra parte, el año en que más se ejecutaron proyectos con enfoque ASCTel fue el 2013 con veintiún (21) proyectos. La totalidad de los proyectos es de setenta y cinco (75), frente al año anterior que se relacionaron proyectos 61 (ver Tabla 1).

Tabla 1. Número de proyectos del Sistema General de Regalías que tienen como enfoque la Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2013-2019, según departamento

Departamento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas		1					
Antioquia			1				
Arauca	1	1				1	
Atlántico				1	1		
Bogotá D.C.	1				1		
Bolívar		1					1
Boyacá						1	
Caldas					1	1	1
Caquetá	1					1	
Casanare	1						
Cauca	1		1				
Chocó							2
Córdoba	1						
Cundinamarca						1	1
Guainía			1				
Guaviare		1					
Huila	1					2	2
La Guajira	1						
Magdalena			1				
Meta	1	1					1
Nariño	1				1		1
Norte De Santander	1						
Putumayo	1				1		
Quindío	1						
Risaralda	1					1	
San Andrés							1
Santander	1	1					
Sucre	1				1		
Tolima	2					1	
Valle Del Cauca	1				2		3
Vaupés	1						
Vichada	1						1

Nota: La ventana de observación se define según la información reportada por la fuente.
 La clasificación de ASCTel 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.
Fuente: MinCiencias.
Cálculos: OCyT

Siguiendo con el análisis de los proyectos con enfoque de ASCTel, se encuentra que uno de los componentes es el sector en el cual se inscriben, ya que permite relacionar las vocaciones productivas de los departamentos con las actividades que fomentan la Cultura CTel. En este sentido, se encuentra que la mayoría están concentrados en el sector educación, con un 61% seguido del sector ciencia, tecnología e innovación con un 13% y el sector cultura con un 9% (ver Tabla 2).

Tabla 2. Número de proyectos del Sistema General de Regalías que tienen como enfoque la Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación, según sector 2013-2019

Sector	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Agricultura y Desarrollo Rural			1				1
Ambiente y Desarrollo Sostenible	2					3	1
Ciencia Tecnología e Innovación						4	6
Comercio Industria y Turismo							
Cultura	2	2		1	1		1
Educación	17	4	3		6	2	4
Inclusión Social y Reconciliación							
Tecnologías de la información y las comunicaciones					1		
Vivienda, Ciudad Y Territorio							1

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

Fuente: MinCiencias .

Cálculos: OCyT

Los departamentos que más reportaron proyectos en el sector educación son: Huila, Caldas, Tolima y Valle del Cauca, cada uno con tres (3) proyectos; para el sector Ciencia, Tecnología e Innovación se encuentra que el departamento del Huila relacionó 2 proyectos, y finalmente para el sector Cultura, el departamento que más reporta proyectos es Valle del Cauca con 2. De otra parte, el tipo de institución

que más ejecuta proyectos bajo la tipología de ASCTel son las entidades departamentales como gobernaciones, seguidas de las instituciones de educación superior (IES)-.

Tabla 3. Número de proyectos del Sistema General de Regalías que tienen como enfoque la Apropiación Social de Ciencia, Tecnología e Innovación, según sector y tipo de institución ejecutora 2013-2019

Sector	Departamento	Instituciones	Municipios	Otros	Universidades
Agricultura y Desarrollo Rural	1				1
Ambiente y Desarrollo Sostenible	5			1	
Ciencia Tecnología e Innovación	7				3
Comercio Industria y Turismo	1				
Cultura	2	2	1	2	
Educación	36	2			8
Inclusión Social y Reconciliación	1				
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	1				
Vivienda, Ciudad y Territorio					1

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

Fuente: MinCiencias.

Cálculos: OCyT

En cuanto al monto de financiación de proyectos con enfoque de apropiación social de CTel, se reporta que para la ventana de observación es de \$662.916.103.602,12 sin montos de contrapartida, en la tabla 4 se relacionan los montos financiados por el SGR de acuerdo con el departamento; adicionalmente, se encuentra que más de la mitad de los departamentos solicita financiación al SGR entre el 90% y el 100%.

Tabla 4. Montos financiados por el Sistema General de Regalías por departamento, 2013-2019

Departamento	Monto financiado por SGR
Amazonas	\$ 4.296.172.186,00
Antioquía	\$17.000.000.000,00
Arauca	\$31.373.986.148,00
Atlántico	\$ 5.007.100.330,00
Bogotá D.C.	\$22.150.000.000,00
Bolívar	\$28.313.177.597,00
Boyacá	\$ 4.292.688.336,15
Caldas	\$14.105.163.127,00
Caquetá	\$13.792.439.096,00
Casanare	\$21.608.238.454,00
Cauca	\$10.581.684.789,00
Chocó	\$23.330.883.974,00
Córdoba	\$42.503.950.000,00
Cundinamarca	\$11.498.967.749,00
Guainía	\$16.430.718.476,00
Guaviare	\$ 9.193.870.281,90
Huila	\$ 8.830.021.995,00
La Guajira	\$ 2.600.000.000,00
Magdalena	\$49.817.886.232,00
Meta	\$58.200.779.625,07
Nariño	\$29.469.336.779,00
Norte De Santander	\$44.952.800.000,00
Putumayo	\$28.296.054.207,00
Quindío	\$10.433.020.000,00
Risaralda	\$ 9.887.335.667,00
San Andrés	\$ 2.999.740.951,00
Santander	\$ 38.739.793.600,00
Sucre	\$ 32.677.837.874,00
Tolima	\$ 32.047.685.287,00
Valle Del Cauca	\$ 24.604.908.452,00
Vaupés	\$ 2.300.000.000,00
Vichada	\$ 11.579.862.389,00

Nota: Los montos de financiación fueron definidos para este capítulo, de acuerdo con lo reportado por la fuente. Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información.

Fuente: MinCiencias.

Cálculos: OCyT

Respecto a la dimensión de formación de vocaciones científicas, se recuperan indicadores relacionados con una de las iniciativas presentadas e implementadas a nivel nacional que tiene como finalidad fomentar las vocaciones científicas. El programa es Ondas, el cual tiene como propósito:

“ Promover en niños, niñas y adolescentes el interés por la investigación y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse activamente en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTel) [...] en este sentido “trabaja con las comunidades educativas en la conformación de grupos de investigación, los cuales desarrollan proyectos en diferentes áreas del conocimiento que responden a problemáticas y necesidades de sus contextos” (Ondas, 2018, p. 2). ”

En este sentido, se encuentra para el indicador “Número de niños, grupos, maestros e instituciones a nivel nacional que participan en el Programa Ondas, 2010-2019” se mantiene la tendencia hacia el decrecimiento por el tipo de beneficiario. Para grupos de investigación (infantiles-juveniles) es del 40,2%, para las instituciones el 32.3%, para los maestros el 40.6%, para lo niños, niñas y jóvenes del 43.9% y para los niños indígenas del 60.4% (ver Tabla 5)

Tabla 5. Número de niños, grupos, maestros e instituciones a nivel nacional que participan en el Programa Ondas, 2010-2019

Beneficiarios	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Grupos	15587	5677	6059	5926	4143	544	11078	8411	1942	153
Instituciones	3461	2881	3286	2948	2437	325	3908	5368	1122	103
Maestros	23659	18389	9487	12486	5251	735	28691	13314	2722	219
Niños	687665	580047	506159	432778	137333	305170	328271	314385	145020	3775
Niños indígenas							12224	4157	2063	1

Nota: Los datos de la serie se actualizan de acuerdo con el registro administrativo reportado por la fuente. Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información.

Los espacios en blanco indican que no hay información disponible para esas entradas.

Fuente: MinCiencias.

Cálculos: OCyT

En cuanto a la desagregación departamental por tipo de beneficiario, niños, niñas y jóvenes que participan en el programa, se encuentra que para el último año hubo un decrecimiento generalizado. Solo para tres departamentos se reporta una cifra para el año 2019, Antioquía, Caldas y Huila; sin embargo, para cada uno de ellos se encuentra una disminución del 81%, 24% y 75% respectivamente (ver Tabla 6).

Respecto al reporte que realiza el programa frente a los niños indígenas en el período 2016-2019, continúa la tendencia de disminución de la participación ya que para el año 2019, solo el departamento de Antioquía reporta 1 beneficiario (ver Tabla 7). Por otra parte, frente al número de maestros que hacen parte del programa Ondas, se encuentra que solo hay registro para los 3 departamentos mencionados, para Antioquía y Caldas hubo 1 disminución en comparación con el año inmediatamente anterior, mientras que para el departamento del Huila se reporta un aumento de 5 docentes.

Tabla 6. Número de niños, niñas y jóvenes por departamento que participan en el Programa Ondas, 2010-2019

Departamento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas	7470	6000	6000	1008		690	415	60	143	
Antioquia	112446	23000	14000	15812	1708	16486	13270	18362	6695	1299
Arauca	6118	23000	15000	22889	6000	16098	1450		24	
Atlántico	21817	22600	26500	25381	17030	38521	37500	79711	32481	
Bogotá	97047	43240	14000	7432		7696		30094	55491	
Bolívar	55280	20674	30020	37189	8455	12381	32914	29682	6570	

Boyacá	14083	31485	32077	47033	1848	10802	9019	10100	669	
Caldas	20244	23000	17392	6146	8852	10050	9710	24425	1225	935
Caquetá	33540	19139	10528	17614	4528	13664	12389	13905	3595	
Casanare	616	15000	11330	2837	4820	11106	10490			
Cauca	12980		22931	7123	2340	4500	5725	12343	10443	
Cesar	19822	27000	26643	24651	4624			101	102	
Chocó	5640	27055	14000	14000	4000	10043	5977	7380	1590	
Córdoba	52306		22000	24000	1720	5675	52859	31654	160	
Cundinamarca	2906	32994	14000	7432	5123	21418	380	912	631	
Guaínía	664	4429	3000	2906	1100			676	676	
Guaviare	2500	4806	3150	13400	1100	1400	1628	5057	2563	
Huila	6556	23855	13461	18000	1532	19718	11430	38055	6198	1541
La Guajira	60438	23000	26000	10010	13202				180	
Magdalena	7121		6000	6000	4636		42000		8	
Meta	13064	65850	18000	5653	1870	2000	2000	1435	1715	
Nariño	7828		18000	14000	2599	13376	13305	1398	3459	
Norte De Santander	18181	16338	15242	15967	5866	15000	17646	20	307	
Putumayo	3479		6258	3872	4694	4000	1779	1	33	
Quindío	22396	13000	14000	5200	1515	13215	3465		89	
Risaralda	4142	15000	16461	2972	4652	1000	1715	3280	5249	
San Andrés	919	515	600	645						
Santander	9506	18848	18000	19183	2610	11926	12059	504	1159	
Sucre	31380	16117	20000	20980	10881	18247	15411			
Tolima	2412	26742	14000	13826	1660	18338	9141	5162	70	
Valle Del Cauca	23806	30360	28000	16763	2611	5820	4294	68	3495	
Vaupés	2517	2000	4666	1206	1797	2000	300			
Vichada	8441	5000	4900	1648	3960					
Total general	687665	580047	506159	432778	137333	305170	328271	314385	145020	3775

Nota: Los datos de la serie se actualizan de acuerdo con el registro administrativo reportado por la fuente. Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información.

Los espacios en blanco indican que no hay información disponible para esas entradas.

Fuente: MinCiencias.

Cálculos: OCyT

Tabla 7. Número de niños, niñas y jóvenes indígenas por departamento que participan en el Programa Ondas 2019-2019

Departamento	2016	2017	2018	2019
Amazonas	1208	421		
Antioquia			2	1
Atlántico			65	
Bogotá		30		
Bolívar			1	
Boyacá			0	
Caldas	331	749	42	
Caquetá	60	90		
Casanare	510			

Cauca	2849	42	845	
Chocó	1350	1350	0	
Córdoba	1020	174		
Cundinamarca			0	
Guainía		912	645	
Guaviare	72	143	45	
Huila	81	154	45	
Nariño	680	64		
Norte De Santander	56			
Putumayo	1200			
Quindío	35			
Risaralda	25		39	
Santander			0	
Sucre	990			
Tolima	26	28		
Valle Del Cauca	31		334	
Vaupés	1700			
Total General	12224	4157	2063	1

Nota: Los datos de la serie se actualizan de acuerdo con el registro administrativo reportado por la fuente. Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información.

Los espacios en blanco indican que no hay información disponible para esas entradas.

Fuente: MinCiencias.

Cálculos: OCyT

Frente a la información relacionada con el número de grupos de investigación infantiles/juveniles se encuentra que el departamento que más reporta es el de Antioquía con 65 grupos de investigación; sin embargo, se ve un notable decrecimiento (69%), por su parte en el departamento de Caldas se encuentra que frente al año anterior hay una diferencia de sólo 1 grupo y para el departamento del Huila se encuentra que el número se mantiene (ver Tabla 8), los demás departamentos no reportan entradas relacionadas con el grupo de investigación.

Tabla 8. Número de grupos de investigación que hacen parte del programa ONDAS, según departamento 2010-2019

Departamento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas	52	113	67	59			130	40		
Antioquia	322	219	125	179	153	290	444	504	207	65
Arauca	315	330	163	268	60		228			
Atlántico	169	181	241	241	191		350	790	362	
Bogotá	201	230	194	125				803		
Bolívar	298	242	190	271	85	149	197	207	230	
Boyacá	181	153	186	186	85	72	72	100	24	
Caldas	148	163	238	238	193		454	1364	29	28
Caquetá	130	295	126	163	51		389	678		
Casanare	22	298	218	93	268		350			
Cauca	118	157	182	36	78		300	669	477	
Cesar	230	173	182	182	68					
Chocó	188	193	125	125	40		600	600	79	
Córdoba	400		148	147	86		1827	954		
Cundinamarca	334	474	194	152	189				12	
Guainía	53	75	60	60	57			60	54	
Guaviare	21	96	85	182	57	33	30	62	74	
Huila	201	153	182	186	80		360	1068	60	60
La Guajira	473	205	986	880	952					
Magdalena	104	113	76	88	69		420			
Meta	133	213	161	226	78		40	46		
Nariño	102		158	125	85		600	38		
Norte De Santander	188	117	252	285	195		800			
Putumayo	82	53	138	161	103		200			
Quindío	147	357	125	125	116		360			
Risaralda	157	152	180	183	233		114	172	136	
San Andrés	66	40	43	43						
Santander	364	127	186	182	50		708		45	
Sucre	198	148	325	325	267		541			
Tolima	245	269	153	152	53		1254	256		
Valle Del Cauca	165	236	213	138	51		210		153	
Vaupés	141	33	78	60	90		100			
Vichada	9639	69	79	60	60					

Nota: Los datos de la serie se actualizan de acuerdo con el registro administrativo reportado por la fuente. Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información

Los espacios en blanco indican que no hay información disponible para esas entradas

Fuente: MinCiencias

Cálculos: OCyT

Finalmente, la dimensión de Apropiación Social de la CTel, es integrada por el indicador que reporta los centros de ciencia a nivel nacional, ya que estos tienen como finalidad promover espacios en los cuales se detonaría ASCTel de manera intencionada y participativa entre diversos actores. En este sentido, a continuación, se relacionan el número de centros de ciencia por año y por tipo.

Se encuentra que para el año 2019 no se reportan la creación o fortalecimiento de este tipo de espacios, pero para el año 2020 se logra apreciar que hay un nuevo registro para la tipología de bioespacios. Sin embargo, para la tipología de espacios en construcción ciudadana no se encuentra ningún registro en la ventana de observación reportada por la fuente (2018- 2020). (ver Tabla 9)

Tabla 9. Número de Centros de Ciencia por tipología 2018 y 2020

Tipo de espacio	2018	2020
Bioespacios	2	1
Espacios Mixtos	4	0
Espacios para las Ciencias Exactas, Físicas, Sociales y la Tecnología	2	0
Espacios de Construcción Ciudadana para la CTel	0	0
Total General	8	1

Los datos de la serie se actualizan de acuerdo con el registro administrativo reportado por la fuente. Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información

Fuente: MinCiencias.

Cálculos: OCyT

Por otra parte, de acuerdo con la Tabla 10, el departamento que más ha desarrollado centros de ciencia en el país es Antioquia con 4, seguido de Bogotá y Valle del Cauca con 2 respectivamente y Risaralda en último lugar.

Tabla 10. Centros Ciencia por departamento

Departamento	Nombre del centro de ciencia
Antioquia	Museo de Geociencias
	Museo de Ciencias Naturales de La Salle
	Corporación Parque Explora
	Fundación Jardín Botánico "Joaquín Antonio Uribe" de Medellín
Bogotá	Corporación Maloka de Ciencia, Tecnología e Innovación
	Planetario de Bogotá
Risaralda	Parque Temático de Flora y Fauna de Pereira S.A.S. Bioparque Ukumari
Valle del Cauca	Museo Departamental de Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann Valencia
	Fundación Zoológica De Cali

Nota: Los datos de la serie se actualizan de acuerdo con el registro administrativo reportado por la fuente. Los datos podrían presentar variaciones respecto a la medición anterior por los cambios o depuraciones realizadas por la fuente de información

Fuente: MinCiencias.ñ

Cálculos: OCyT

A manera de Conclusión...

- Se ha incrementado la participación por financiación al Sistema General de Regalías frente al año anterior; es importante mencionar que todos los departamentos tienen al menos un proyecto que ha sido ejecutado en la ventana de observación.
- De otra parte, de acuerdo con los resultados y a pesar de que varios de los departamentos tienen una vocación relacionada con el sector agropecuario, se encuentra que tan solo en 2 años se han realizado proyectos con relación a este sector con enfoque de ASCTel; por el contrario, se encuentra que el sector educación ha sido mayormente favorecido, aunque se ha disminuido su registro, tal vez esto pueda relacionarse con esta disminución del programa Ondas

- En cuanto a los tipos de actores que han sido ejecutores de proyectos con enfoque de ASCTel, se encuentra que han sido mayormente las gobernaciones; seguidas de las instituciones de educación superior. Frente al porcentaje de financiación se encuentra que los departamentos solicitan financiación entre un 90% y 100% y el monto total de financiación es de: \$662.916.103.602.
- Según la información reportada, se encuentra que los proyectos con enfoque de ASCTel se concentran en el sector educación, por lo cual sería importante diseñar mecanismos de participación en los cuales sectores como el de la agricultura y desarrollo rural, comercio e industria, o la inclusión social y la reconciliación sean potencializados para dinamizar procesos en los que las actividades que fortalezcan la Cultura CTel y otros procesos que lleve a cabo los departamentos.
- Frente al programa Ondas, se evidencia que el decrecimiento que reportan los datos podría obedecer al cambio que se está llevando a cabo en el programa, por la manera de realizar el conteo, por la financiación de este tipo de programas con otra denominación por parte del fondo y por la periodicidad en la captura de información.
- Para a la estrategia "Centros de Ciencia" es importante reconocer que, a pesar del contexto de pandemia, un centro fue avalado como tal en el SNCTel. Sin embargo llama la atención que a pesar de que este tipo de actor está llamado a desarrollar espacios de construcción ciudadana no se hayan reportado aún ninguno relacionado con este fin.

Nota metodológica

Los indicadores presentados en este capítulo son contruidos a partir de los datos solicitados al organismo que, en Colombia, es el encargado de dirigir y gestionar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación además del diseño y ejecución de actividades que fomentan la cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación, el 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 Apropriación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación.
- b.** Base de datos relacionada con los Centros de Ciencia
- c.** Base de datos entregada por el programa Ondas.

En cuanto a la ventana de observación recuperada, se encuentran variaciones de acuerdo con la información reportada por la fuente, sin embargo se buscó que fuera de manera retrospectiva 10 años o el año inicial que se reportaba, con el fin de lograr analizar la información en

términos de comportamiento y tendencias en relación con las categorías; en este sentido, se encuentra que para la fuente de información Sistema General de Regalías existe registro para el periodo 2013-2019 y por ser una estrategia ejecutada de forma reciente los centros de ciencia se encuentran capturados desde el año 2018. En el pie de tabla en cada indicador se menciona la periodicidad.

REFERENCIAS

Ferrer A. y G, León (2008). Cultura Científica y Comunicación de la Ciencia. Revista Razón y Palabra 65. Disponible en:
<http://www.razonypalabra.org.mx/anterior.html>

Somedicyt y Fibonacci (2020). ¿Qué ciencia necesita el ciudadano?. Pp. 146. Disponible en www.somedicyt.org.mx

OCyT (2021). Informe de investigación. Producción de Fake News en el contexto Latinoamericano: ¿cómo identificar lo que es cierto de lo que no lo es, en tiempos de pandemia?

MINCIENCIAS (2018) Expedición ONDAS bio. Pp. 154. Recuperado de:
https://MinCiencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/Expedicion%20Ondas%20Bio.pdf

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 Caho Rodríguez

Líder Área de Apropiación Social de la CTel

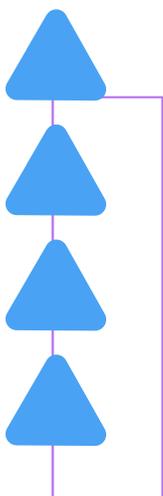
CONTACTO OCyT

Correo: dcaho@ocyt.org.co

Área de Apropiación Social de CTel.

Candidata a Magister en Estudios Sociales de la Ciencia de la Universidad el Rosario y Socióloga de la Universidad Santo Tomás. Sus intereses de investigación y profesionales se relacionan con el campo de los estudios de la ciencia y la tecnología enfocados en la estandarización, acoplamiento de tecnologías, la democratización de la ciencia y la tecnología, entre otros. Tiene experiencia profesional en la gestión, diseño y ejecución de proyectos e investigaciones en Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología e Innovación, comunicación pública de la Ciencia el diseño y cálculo de indicadores relacionados con 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 con diversos actores del Sistema



Nacional de CTel, entre los que cuales se encuentran: Producción de Fake News en el contexto latinoamericano: ¿Cómo identificar lo que es cierto de lo que no lo es, en tiempos de pandemia?, realizado para la Red de Popularización de la Ciencia y Tecnología en América Latina y el Caribe (Red Pop); Volcán, Riesgo y Territorio. Estrategia de Comunicación del Riesgo Volcánico en Colombia, realizado con el Servicio Geológico Colombiano y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres; Batería de Indicadores; Diseño implementación de una batería de indicadores de Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación (ASCTel) para el programa “Dar Células”- del Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología y Salud (IDCBIS), entre otros.



Capítulo 07

Política CTel Departamental:
Planes de Desarrollo
Departamentales (PDD)
como referente para el
fortalecimiento de los
Sistemas Territoriales
de Ciencia, Tecnología
e Innovación

Autora

Mabel Ayure Urrego



“ La identificación de los componentes estratégicos de los PDD para el fortalecimiento de los Sistemas Territoriales de Ciencia, Tecnología e Innovación evidencia la necesidad de contar con instrumentos específicos que desarrollen las apuestas de los departamentos en CTel, así como indicadores y sistemas de acompañamiento para comprender de manera las interacciones entre actores y sectores. ”



Política CTel Departamental: Planes de Desarrollo Departamentales (PDD) como referente para el fortalecimiento de los Sistemas Territoriales de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Autora: Mabel Ayure Urrego

Una de las maneras para reconocer y comprender los sistemas regionales de ciencia, tecnología e innovación es el acercamiento desde los instrumentos de política pública formulados territorialmente. Con esta visión el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología OCyT ha compilado los documentos de política para CTel regionales, territoriales, departamentales, distritales y de ciudades capitales y principales. El análisis que se adelanta sobre estos documentos tiene tres objetivos: primero, hacer visibles las trayectorias y correspondencias entre los distintos instrumentos de política pública para CTel y sus respuestas a las demandas, necesidades y prioridades identificadas territorialmente.



En un segundo momento, reconocer las metodologías e indicadores pertinentes para el acompañamiento y evaluación de estas políticas; y, en un tercer momento, brindar insumos de utilidad para los responsables y encargados de la formulación de políticas territoriales, así como los tomadores de decisiones y otros actores de los ecosistemas de innovación regionales. De estos documentos se han seleccionado los Planes de Desarrollo Departamental (PDD) como punto de partida en ese acercamiento al inventario de instrumentos de política pública para la CTel de manera territorial.

En este capítulo se presenta un panorama general sobre cómo los planes de desarrollo departamental plantean el desarrollo de la CTel en sus territorios y se destacan algunas de sus propuestas.

Planes de desarrollo departamentales

Los Planes de Desarrollo Departamental son los instrumentos de política pública territorial que articulan los lineamientos de política nacional con las necesidades, objetivos y metas del territorio. En su construcción se tiene en cuenta un componente diagnóstico que destaca potencialidades y carencias, un componente estratégico que define los programas, proyectos que se priorizarán y un componente de inversión que asegura los recursos para el componente estratégico; en estos componentes se consideran otros instrumentos de política pública de nivel territorial por lo que presentan una visión integral del departamento.

Para este capítulo, la mirada se centra en los Planes de Desarrollo Departamentales (PDD) firmados en el año 2020 con vigencia para el periodo 2020-2023. Se han seleccionado los PDD como referente ya que se firman en un momento donde convergen varias circunstancias:

- La finalización de vigencia de un número mayoritario de planes y acuerdos estratégicos departamentales en ciencia, tecnología e innovación CTel (PAED)
- El cambio en la normatividad para el Sistema General de Regalías con la Ley 2056 de 2020, por la cual se regula su organización, funcionamiento, y se instalan los ejercicios participativos de priorización departamental encargados a los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI).
- La correspondencia con el Plan Nacional de Desarrollo para el periodo 2018-2022.
- La agenda de Objetivos para el Desarrollo Sostenible 2030.
- La convivencia con otros instrumentos de política pública como los Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PEDET), los Planes de Extensión Agropecuaria (PDEA), los Planes Territoriales de Salud (PTS) y en algunos casos Planes de Desarrollo Regionales o de las Comisiones Regionales de Competitividad e Innovación que tienen vigencias similares y se convierten en los principales insumos regionales para los PDD.

Ejes adicionales de articulación de la CTel en los departamentos

Al estar contruidos a partir de los insumos regionales mencionados, los PDD son los principales referentes para el fortalecimiento de los Sistemas Territoriales de Ciencia, Tecnología e Innovación (SITECTI como se nombran en la guía para el fortalecimiento del sistema territorial de CTel de MinCiencias) y los instrumentos de planeación clave para articular las acciones de los distintos actores y sectores en el departamento. Además de responder a esos insumos regionales o territoriales, los PDD de este periodo de vigencia deben considerar la articulación con los requerimientos que plantean otros instrumentos de política pública a nivel nacional como la agenda ODS2030, las propuestas de atención a la pandemia por COVID-19, la articulación o territorialización de la Misión de Sabios y el abordaje de los enfoques diferenciales. A continuación, se describen estos requerimientos adicionales.

- **Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS - Agenda ODS2030**

Los departamentos han formulado y reportado las líneas de acción o estrategias para responder a la Agenda ODS2030 en la Plataforma Sinergia del Departamento Nacional de Planeación (DNP).

- **Enfoques diferenciales**

Los enfoques diferenciales fueron incluidos en las políticas públicas mediante la Ley 1448 y el Decreto 4634 de 2011. Durante este año, la Ley 2078 (de 2021) prorrogó su vigencia por 10 años más. En esta Ley se incluyeron inicialmente el Enfoque diferencial étnico y el enfoque de Identidad étnica cultural y de derecho a la diferencia. La inclusión de los enfoques diferenciales en los PDD responde a la identificación de segmentos poblacionales de mayor vulnerabilidad en los territorios para quienes es prioritario ofrecer respuestas a problemáticas particulares desde la ciencia, la tecnología y la innovación. Algunos de los enfoques diferenciales más frecuentes en los PDD son:

De género.

Diferencial.

Poblacional: ciclo vital y generacional (primera infancia, infancia y adolescencia, juventud, adultez y persona mayor); condición o situación (personas con algún tipo de discapacidad).

Étnicos (afrodescendientes, Rom, raizales, palenqueros e indígenas) o de situación o condición (personas con discapacidad, víctimas del conflicto armado).

- **Propuestas de atención a la pandemia por COVID-19**

Para el periodo de construcción y desarrollo de los mecanismos de participación de los PDD, las medidas por la pandemia recién habían empezado y algunos de los departamentos no llegaron a incluir estrategias de mitigación o atención específicos por la pandemia y/o pos-pandemia. Sin embargo, algunos de los PDD firmados durante el

segundo semestre de 2020 logran incluir estrategias puntuales de atención a la emergencia por COVID-19 que además involucran los recursos CTel disponibles en sus territorios para generar la mejor respuesta posible.

● Desarrollo de la política por misiones

La Misión Internacional de Sabios 2019 (https://MinCiencias.gov.co/mision_sabios) propuso ocho focos de acción para el país, a saber:

1. Tecnologías convergentes (nano, info y cognotecnología), Industrias 4.0.
2. Industrias Culturales y Creativas
3. Energía Sostenible, Biotecnología
4. Medio Ambiente y Bioeconomía
5. Océano y Recursos Hidrobiológicos
6. Ciencias sociales y Desarrollo Humano con Equidad
7. Ciencias de la Vida y la Salud
8. Ciencias Básicas y del Espacio.

Los objetivos para cada uno de estos ocho focos o misiones están planteados a mediano y largo plazo y las entidades territoriales deben considerar los mecanismos para su articulación, desarrollo local según sus niveles de priorización particular y correspondencia temática con las capacidades locales. En este caso se mencionan los departamentos que incluyeron el desarrollo de las políticas por misiones en sus PDD.

Mirada a los PDD de acuerdo con los niveles de desempeño en el Índice Departamental de Innovación (IDIC)

El Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) es una medida promediada de las capacidades y los resultados en materia

de innovación en cada departamento, este incluye la media de los índices de insumos para la innovación (Instituciones, capital humano y de investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y los negocios) y sus resultados (conocimiento y tecnología, creatividad). Para este documento se presentan los PDD en grupos de departamentos considerando los niveles de desempeño del IDIC ya que en el promedio se pueden reconocer características similares en los pilares que determinan el índice de innovación, por tanto, características similares en la configuración de sus sistemas regionales de CTel. En este documento se mencionan sólo algunas de las características de los niveles de desempeño en el IDIC por grupos de departamentos, esta información se puede consultar de manera detallada en el Informe IDIC Colombia 2020 (<https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Competitividad/Paginas/Indice-Departamental-de-Innovacion-para-Colombia.aspx>).

En relación con las propuestas para el desarrollo de la CTel en los departamentos a partir de sus PDD, se hizo una búsqueda de las expresiones “ciencia, tecnología e innovación”, “ciencia y tecnología”, “CTel” y sólo la palabra “ciencia” para identificar las distintas relaciones y enfoques que propone cada PDD. Aunque en este capítulo no se aborda el concepto de gobernanza, es importante recordar que el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación puede ubicarse en los segmentos de educación, tecnologías de la información y comunicación TIC, desarrollo económico y/o competitividad, planeación y en algunos casos en las dependencias específicas de CTel de las entidades gubernamentales. Siendo así, el enfoque de desarrollo CTel estará más asociado a los objetivos de ese segmento o unidad administrativa en respuesta a las necesidades y prioridades

de cada departamento. A continuación, se presentan las propuestas para CTel por grupos de departamentos.

- **En el primer grupo de PDD** se encuentran los departamentos con mayor nivel de desempeño en el IDIC y que se han destacado por tener indicadores altos en inversión en ACTI e I+D, desarrollo de capacidades para la CTel, producción de conocimiento y actividades de apropiación social de ciencia y tecnología. Bogotá y Cundinamarca lideran los pilares de producción de conocimiento, tecnología y producción creativa; Antioquia es líder en los pilares de Capital humano e investigativo, Infraestructura, Sofisticación de mercados y Sofisticación de negocios.

Para este primer grupo, **Antioquia** hace énfasis en la competitividad para la “Antioquia del futuro” (Antioquia 4.0) con negocios inteligentes y competitivos, agricultura 4.0, fortalecimiento del ecosistema de innovación en las subregiones y la creación y/o fortalecimiento de un Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por otro lado, **Bogotá** prioriza la actualización de las Políticas Públicas Distritales, la creación de la Agencia Distrital para la Educación Superior, la Ciencia y la Tecnología; la estructuración, financiación y puesta en marcha de un complejo físico de innovación, ciencia y tecnología, para el fortalecimiento del ecosistema de CTI y emprendimiento de la Bogotá-región. **Cundinamarca** formula el programa “Cundinamarca Científica e Innovadora” para promover las capacidades, generación de conocimiento, innovación, y adopción de tecnologías en la región. Estos PDD tienen en común la promoción del conocimiento científico para el mejoramiento de la calidad de vida de sus comunidades.

Antioquia, Bogotá y Cundinamarca incluyen acciones extensas y detalladas para la articulación y desarrollo de los objetivos de desarrollo sostenible en su líneas estratégicas y planteamientos para los enfoques diferenciales de cultura y participación ciudadana en género, ciudadana, resiliencia, derechos, étnico, poblacional y territorial.

Respecto a la inclusión de estrategias de respuesta a la pandemia, se resalta el uso del Índice de Resiliencia propuesto por el departamento de Antioquia como núcleo de sus acciones. En este grupo no se hace mención a las acciones o estrategias para el desarrollo local de la Misión de Sabios en los PDD. En la Tabla 1 se destacan las propuestas de articulación de la CTel identificadas con estos ejes.

Tabla 1. Grupo de departamentos con desempeño alto en el índice departamental de innovación para Colombia

Departamento y plan departamental de desarrollo	Articulación con ODS	Enfoques	Propuestas de atención a la pandemia	Articulación con Misión de Sabios
Antioquia: Plan de Desarrollo Unidos por la vida 2020 - 2023	Competitividad e Infraestructura La Nueva Ruralidad, para Vivir Mejor en el Campo Equidad Social y Movilidad Sostenibilidad Ambiental Seguridad, Justicia y Derechos Humanos Paz y Posconflicto Gobernanza y Buen Gobierno	De género De resiliencia Diferencial Étnico Poblacional Territorial	Índice de resiliencia Alianza por la Reactivación y Revitalización de Antioquia	No se menciona
Bogotá: Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del Distrito Capital 2020-2024 "Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI"	Nuevo Ordenamiento Territorial Desarrollo Económico basado en el Conocimiento Sostenibilidad ambiental basada en eficiencia energética Gobierno legítimo, fortalecimiento local y eficiencia	De género Diferencial De cultura ciudadana De participación ciudadana Territorial	Mitigación de efectos Planes de inmunización	No se menciona

Cundinamarca: Plan Departamental de Desarrollo 2020 - 2024 "Cundinamarca, ¡Región que progresa!"	Cundinamarca 2036 Tejido Social Competitividad Sostenible Integración y Gobernanza	De género Diferencial En derechos Poblacional Territorial	Mitigar efectos y desastres en temas de salubridad Evitar la propagación del covid-19 Apoyo psicosocial en post pandemia	No se menciona
---	--	---	---	-------------------

Fuente: OCYT a partir de los documentos de los PDD y la información reportada por las entidades territoriales a la Plataforma Sinergia del DNP.

En el segundo grupo de PDD se encuentran los departamentos con nivel de desempeño medio/alto en el IDIC. En este segundo grupo están incluidos Atlántico, Bolívar, Caldas, Quindío, Risaralda, Santander y Valle del Cauca. Respecto al nivel de desempeño en el IDIC se destacan Valle del Cauca (líder del grupo) por su desempeño en el pilar de producción creativa; y Atlántico, que logró los mejores resultados en los pilares de Producción de conocimiento e investigación y producción creativa.

El departamento de **Atlántico** propone la consolidación de una institucionalidad habilitante para la CTel mediante la gestión de los programas de desarrollo tecnológico e innovación para el crecimiento empresarial, productividad y competitividad de las empresas, e investigación de calidad y pertinencia en el territorio. **Bolívar** propone la estrategia "Bolívar primero en ciencia, tecnología e innovación" basada en el fortalecimiento del sistema territorial del CTel, el fomento de la producción científica, el enfoque de desarrollo de empresas más sofisticadas e innovadoras y una cultura que valora y gestiona el conocimiento. **Caldas** formula el programa "Ciencia, tecnología e innovación al servicio de la competitividad, la productividad y la inclusión social" donde prioriza las condiciones para generar más y mejor investigación que aporte al desarrollo del departamento,

la incorporación de las TIC en las prácticas pedagógicas y la consolidación del ecosistema de CTel a través de procesos de articulación multinivel (nación, región, municipios, áreas metropolitanas y asociaciones de municipios). Está el departamento de **Quindío** que propone la línea estratégica de productividad y competitividad con la dinamización del Sistema Regional de Competitividad, el fomento de la participación ciudadana y la generación de una cultura que valora y gestiona el conocimiento y la innovación.

Por su parte, **Risaralda** propone el programa CTel para la diversificación y sofisticación de productos y mercados, la generación de valor en los principales productos agropecuarios del departamento, apostando por tener un capital humano altamente formado en el campo de la investigación, con participación de capital privado y la academia. **Santander** expone la estrategia “Siempre ciencia, tecnología e innovación” dando prioridad a la integración, transferencia de tecnología y conocimiento entre academia, estado y empresa orientado a necesidades del departamento y el campo agropecuario.

Valle del Cauca incluye el programa “Conocimiento e innovación en el sector público” priorizando la participación pública, el desarrollo de ACTI con enfoque diferencial étnico, el reconocimiento del conocimiento de los habitantes rurales (Valle Rural) y el desarrollo de una Semana Internacional de la Ciencia, Tecnología e Innovación bianual. Así este grupo de departamentos destaca el énfasis en la cultura de gestión y apropiación del conocimiento, así como la inclusión de acciones para la formación de vocaciones científicas.

Atlántico, Bolívar, Caldas, Quindío, Risaralda, Santander y Valle del Cauca incluyen acciones extensas y detalladas para la articulación y desarrollo de los objetivos de desarrollo sostenible en sus líneas estratégicas y aproximaciones a los enfoques diferenciales. De estos

departamentos 5 incluyen líneas estratégicas en respuesta a la pandemia y 2 de ellos incluyen las categorías de paz y reconciliación para el desarrollo de los enfoques diferenciales, estos no incluyen aún una articulación ni mención para el desarrollo de focos de la Misión de Sabios. En la Tabla 2 se destacan las propuestas de articulación de la CTel identificadas con estos ejes.

Tabla 2. Grupo de departamentos con desempeño medio/alto en el índice departamental de innovación para Colombia

Departamento y plan departamental de desarrollo	Articulación con ODS	Enfoques	Propuestas de atención a la pandemia	Articulación con Misión de Sabios
Atlántico: Atlántico para la Gente - Plan de Desarrollo 2020-2023	Transformación del Ser Humano Productividad en Acción Inversión Social Responsable Institucionalidad al Servicio de Todos	De derechos humanos De género Étnico diferencial	No se menciona	No se menciona
Bolívar: Plan de desarrollo "Bolívar Primero"	Construcción de la Paz en Bolívar Bolívar Sí Avanza Libre de Pobreza, a través de la Educación y la Equidad Desarrollo Económico y Competitividad Infraestructura y Transporte Territorio y Ambiente Fortalecimiento Institucional	De derechos De equidad de género De paz y reconciliación Diferencial Enfoque de desarrollo humano Enfoque territorial participativo	Vigilancia en salud pública, mitigación y contención	No se menciona
Quindío: Plan de Desarrollo Departamental 2020-2023 "Tú y Yo Somos Quindío"	Desarrollo Sostenible Prosperidad con Equidad Inclusión Social Seguridad Humana Buen Gobierno	De curso de vida Diferencial Territorial	Enfoque de salud pública y control epidemiológico	No se menciona

Risaralda: Plan Departamental de Desarrollo 2020 - 2023 "Risaralda Sentimiento de Todos"	Capital Humano Capital Social Capital Económico Capital de Investigación, Tecnología e Innovación Capital Natural Capital de Buen Gobierno	Diferencial y étnico De género De pertinencia territorial	Atención integral en salud, atención en población vulnerable	No se menciona
Santander: Santander Contigo y para el Mundo 2020-2023	De derechos y deberes sociales De derechos y deberes económicos De derechos y deberes ambientales De derechos y deberes civiles	Cultural y de víctimas del conflicto armado De género Diferencial Étnico Poblacional	No se menciona	No se menciona
Valle del Cauca: Plan de desarrollo "Valle invencible" 2020 - 2023	Equidad y lucha contra la Pobreza Valle Productivo y Competitivo Paz Territorial	De género Diferencial Étnico Territorial	Mitigación de efectos Reactivación económica	No se menciona

Fuente: OCyT a partir de los documentos de los PDD y la información reportada por las entidades territoriales a la Plataforma Sinergia del DNP.

● **En el tercer grupo de PDD** se encuentran los departamentos con nivel de desempeño medio en el IDIC: Boyacá, Cauca, Norte de Santander, Tolima, San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Respecto al nivel de desempeño en el IDIC se destacan Boyacá por su desempeño en el pilar de capital humano e investigación; Tolima (avance más relevante para 2020 con +4 posiciones) por su desempeño en infraestructura y producción creativa y se menciona la disminución de 4 posiciones de San Andrés afectado principalmente por su caída en la producción de conocimiento y tecnología.

En el abordaje de CTel en los departamentos de este grupo, **Boyacá** establece el programa "Boyacá Avanza en la Consolidación de su Ecosistema Científico" centrado en el reconocimiento y valoración de la

riqueza biodiversa desde la articulación de los actores del Sistema regional CTel; prioriza los espacios de participación ciudadana, el fortalecimiento de las capacidades científicas y el diseño de una arquitectura institucional que promueva la proximidad entre los actores del sistema regional CTel. **Cauca** apuesta por la consolidación de institucionalidad habilitante para la CTel priorizando el crecimiento empresarial y la generación de una cultura que valora y gestiona el conocimiento y la innovación.

Norte de Santander propone implementar un nuevo modelo de competitividad (“Diamante de la Competitividad”) centrado en impulsar y fortalecer centros de desarrollo tecnológico-productivos, promover la propiedad intelectual y la generación de patentes; la transferencia de conocimiento y tecnología de la academia a la base industrial. **San Andrés** (San Andrés, Santa Catalina y Providencia) destaca la estrategia “Ciencia y conocimiento: tecnología y conectividad” para el mejoramiento de la competitividad, priorizando el desarrollo y mejoramiento de infraestructuras para la conectividad, la formulación y actualización de política del CTel locales. Por último, **Tolima** apuesta por incrementar la competitividad regional desde la gestión empresarial orientada a la CTel y la generación de valor agregado en cadenas productivas priorizadas del sector agropecuario.

Boyacá, Cauca, Norte de Santander, Tolima, San Andrés, Providencia y Santa Catalina incluyen acciones extensas y detalladas para la articulación con los objetivos de desarrollo sostenible en sus líneas estratégicas y desarrollo de los enfoques diferenciales. En este grupo se destaca el PDD del Tolima que incluye una línea estratégica dedicada al desarrollo de dos de los focos de la Misión Internacional de Sabios 2019: Industrias culturales y creativas, energía sostenible biotecnología, medioambiente y bioeconomía; y adicionalmente, un enfoque COVID y POSCO

VID para la atención de la pandemia. Los demás departamentos no incluyen aún una articulación ni mención para el desarrollo de focos de la Misión de Sabios. En la Tabla 3 se destacan las propuestas de articulación de la CTel identificadas con estos ejes en este grupo de departamentos.

Tabla 3. Grupo de departamentos con desempeño medio en el índice departamental de innovación para Colombia

Departamento y plan departamental de desarrollo	Articulación con ODS	Enfoques	Propuestas de atención a la pandemia	Articulación con Misión de Sabios
Boyacá: Pacto Social por Boyacá: Tierra que Sigue Avanzando.	Dimensión Desarrollo Humano Productivo Desarrollo Tecnológico Territorial Dimensión Institucional Transversalidad: Infraestructura para transporte y logística Cultura y bicentenario Participación y democracia Agua, medio ambiente y gestión del riesgo	De género Diferencial Étnico Territorial	Avance en salud contra el COVID	No se menciona
Cauca: Plan de Desarrollo Departamental 2020 - 2023 42 Motivos para Avanzar	Territorio de Paz y para el Buen Vivir Generación de Condiciones para la Riqueza Colectiva Cauca, Cuidador de Agua Fortalecimiento de lo Público, Buen Gobierno y Participación	De género De paz territorial y derechos humanos Diferencial étnico Subregional - territorial	Contención, mitigación Recuperación económica	No se menciona
Norte de Santander: Norte de Santander 2020-2023 "Más oportunidades para todos"	Dimensión económica Político Administrativa Social Territorial	De género Diferencial Territorial	Mitigación de efectos Redireccionamiento de gasto público sector salud, salud pública	No se menciona

San Andrés, Providencia y Santa Catalina: Plan de Desarrollo "Todos por un nuevo comienzo"	Un Archipiélago + Transparente + Equitativo + Sostenible + Competitivo + Equitativo	De derechos De género Diferencial Étnico	No se menciona	No se menciona
Tolima: "El Tolima Nos Une 2020 - 2023"	Tolima Territorio Inuyente Productivo en Paz y Seguro Sostenible en Buen Gobierno	COVID y POSCOVID De derechos De equidad de género De lucha contra la pobreza Diferencial y poblacional Territorial	Incrementar la competitividad regional Fortalecimiento productivo con énfasis en la incorporación de ciencia, tecnología e innovación	Industrias culturales y creativas. Energía sostenible biotecnología, medioambiente y bioeconomía

Fuente: OCyT a partir de los documentos de los PDD y la información reportada por las entidades territoriales a la Plataforma Sinergia del DNP.

● **En el cuarto grupo de PDD** se encuentran los departamentos con nivel de desempeño medio/bajo en el IDIC: **Casanare, Cesar, Córdoba, Huila, Magdalena, Meta, Nariño y Sucre**. Este grupo de departamentos presenta una baja o casi nula producción de conocimiento, así como de bienes y servicios creativos en el nivel de desempeño del IDIC.

Sobre las propuestas para el desarrollo de CTel en los PDD en este grupo: **Casanare** propone el programa "Es el tiempo de Casanare en CTel" dando prioridad al fortalecimiento del sistema regional de CTel, la formación de vocaciones científicas y los procesos de transferencia y uso del conocimiento. **Cesar** propone el desarrollo del potencial agropecuario a través de la CTel, el desarrollo ambiental, fortalecer las políticas de Competitividad, CTel en el marco de la agenda de competitividad y productividad e implementar programas para descubrir talentos en arte, cultura, deporte, tecnología y ciencia, como medio para el desarrollo integral de la infancia y la adolescencia. **Córdoba** expone la estrategia "CTel por la productividad y competitividad de Córdoba"

centrada en la competitividad para el desarrollo a través de la formación de alto nivel y desarrollo de capacidades investigativas. **Huila** hace énfasis en la necesidad de articulación de los sectores gubernamental, universitario y productivo para el desarrollo de actividades de CTel y el aumento de producción de conocimiento en el departamento.

Por su parte, **Magdalena** propone una movilización por el “Cambio en la Agricultura con Innovación” que incluye la construcción de un centro de apoyo a la competitividad agroindustrial (Agropolis) como red de centros de apoyo de servicios y logística, basada en CTel, productividad y competitividad para la cadena productiva y agroindustrial. El departamento del **Meta** presenta la estrategia “Hagamos grande al Meta con Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria” centrada en la oferta de tecnologías apropiadas y la capacitación a los pequeños y medianos productores, el desarrollo tecnológico e innovación para crecimiento empresarial, la generación de una cultura que valora y gestiona el conocimiento y la innovación y la pedagogía de CTel.

Nariño prioriza las estrategias de generación e intercambio de conocimiento científico-tecnológico con otros saberes implementados, se propone aumentar el número de investigadores movilizados, personas capacitadas en la formulación de proyecto CTel o participando en procesos de apropiación social, niños, adolescentes y jóvenes con vocaciones científicas fortalecidas, empresas apoyadas en procesos de innovación. **Sucre** propone la estrategia “Conocimiento, desarrollo e innovación para un Sucre diferente” enfocado en la gestión del conocimiento desde la innovación social y científica y con un enfoque diferencial poblacional.

Casanare, Cesar, Córdoba, Huila, Magdalena, Meta, Nariño y Sucre incluyen acciones para la articulación con los objetivos de desarrollo sostenible en sus líneas estratégicas. Casanare es el departamento con menor desarrollo de propuestas para enfoques diferenciales o

poblacionales en sus líneas estratégicas en tanto que los demás departamentos incluyen estrategias específicas de acción para los enfoques poblacionales particularmente étnicos, rural-urbano y de derechos. Se destaca el PDD del Cesar que incluye la Misión Internacional de Sabios 2019 como referente en materia de crecimiento económico y social. Respecto a la articulación con estrategias para respuesta a la pandemia, 5 PDD incluyeron líneas estratégicas de atención específicas. En la Tabla 4 se destacan las propuestas de articulación de la CTel identificadas con estos ejes en este grupo de departamentos.

Tabla 4. Grupo de departamentos con desempeño medio/bajo en el índice departamental de innovación para Colombia

Departamento y plan departamental de desarrollo	Articulación con ODS	Enfoques	Propuestas de atención a la pandemia	Articulación con Misión de Sabios
Casanare: PDD Es el tiempo de Casanare productivo, equitativo y sostenible 2020-2023	Seguridad para todos y confianza en las instituciones Casanare turístico cultural y deportivo Social, solidario, incluyente Infraestructura para el desarrollo transparente y eficiente	Territorial	No se menciona	No se menciona
Cesar: PDDC 2020-2023 "Lo Hacemos Mejor"	Salto Social Productividad, Competitividad e Infraestructura Cesar, Territorio de Paz Gestión Transparente	Diverso Étnico Poblacional-territorial Subregional	No se menciona	Referente en materia de crecimiento económico y social
Córdoba: "Ahora le Toca a Córdoba: Oportunidades, Bienestar y Seguridad 2020-2023"	Pilar de la Paz Competitividad e Infraestructuras Estratégicas Movilidad Social Transformación del Campo Seguridad, Justicia y Democracia para la Construcción de Paz Buen Gobierno Crecimiento Verde	Competitividad De género Enfoque basado en derechos humanos (EBDH) capacidades, realizaciones y construcción de paz Para el manejo del impacto COVID Territorial y participativo	Salud y bienestar Seguridad alimentaria Economía diferente La TIC una herramienta indispensable Innovación y modernización para el Fortalecimiento del sector agropecuario y agroindustrial	No se menciona

Huila: Huila Crece 2020-2023	Escenario Económico Rural y Productivo Social Territorial Gobernanza	Diferencial e incluyente Étnico Territorial	No se menciona	No se menciona
Magdalena: Magdalena renace. Plan departamental de desarrollo 2020-2023	Promover una gestión ambiental sostenible del territorio Fortalecer oportunidades para superar las vulnerabilidades sociales y socioeconómicas Propiciar condiciones para la superación del estado de vulnerabilidad de las víctimas del conflicto Construir los fundamentos de una economía diversificada, innovadora e incluyente Aumentar la efectividad del gobierno territorial	De derechos De género con diversidad étnica y sexual Diferencial Poblacional, territorial	Mitigación de efectos Profundización en áreas específicas del PDD.	No se menciona
Meta: "Hagamos grande al Meta"	Desarrollo Humano incluyente y equitativo Fortalecimiento Institucional Infraestructura para las oportunidades Paz y Reconciliación Sustentabilidad económica y del territorio	De desarrollo sostenible De género y juventud Diferencial y étnico Enfocado a resultados Poblacional Territorial Urbano-rural	Priorización de problemas de salud Plan de contingencia en salud	No se menciona
Nariño: Plan de Desarrollo Departamental "Mi Nariño, en Defensa de lo Nuestro" 2020-2023	Convergencia Regional y Desarrollo Fronterizo Desarrollo Integral Equidad e Inclusión social Gobernabilidad Infraestructura y conectividad Paz, seguridad y convivencia Sostenibilidad Ambiental	De derechos De desarrollo a escala humana De desarrollo sostenible De sistema de mercados (intervención territorial) Diferencial, de género e interseccional Gobernanza multinivel	Estrategias de acción para mitigar la afectación en salud por COVID-19	No se menciona
Sucre: Plan departamental de desarrollo de Sucre 2020 - 2023 "Sucre diferente"	Sucre progresa socialmente con equidad e inclusión transformando los sectores productivos con innovación y competitividad construyendo paz; con agua para todos, ordenado y sostenible, bajo en carbono; con gerencia pública efectiva	De derechos De género De participación ciudadana Diferencial etnocultural Subregional, territorial	Acciones de reactivación económica Acciones de prevención, mitigación, control	No se menciona

Fuente: OCyT a partir de los documentos de los PDD y la información reportada por las entidades territoriales a la Plataforma Sinergia del DNP.

● **En el quinto grupo de PDD** se encuentran los departamentos con nivel de desempeño bajo en el IDIC, departamentos con sistemas regionales de innovación incipientes y con grandes rezagos. Están incluidos Amazonas, Arauca, Caquetá, Chocó, Guainía, Guaviare, Guajira, Putumayo y Vaupés. También se ha incluido el departamento de Vichada que no contaba con suficientes datos para la medición del IDIC.

En este grupo de departamentos, **Amazonas** hace énfasis en el acceso, uso y apropiación de internet por la comunidad, el sector privado y las entidades gubernamentales y propone la estrategia “Amazonas económicamente sostenible, competitiva e innovadora” centrada en la educación superior, promover la producción científica y elevar la inversión en CTel. **Arauca** incluye el desarrollo de la CTel dentro de la línea estratégica “Arauca con trabajo” que tiene como objetivo central el fortalecimiento de infraestructuras de comunicaciones para la implementación del ecosistema digital en el departamento y el fortalecimiento de las capacidades para investigación. **Caquetá** propone la estrategia “Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Rural” que tiene como objetivos la investigación con calidad e impacto y el desarrollo tecnológico e innovación para el crecimiento empresarial.

El departamento de **Chocó** incluye la línea estratégica “Un Chocó productivo y competitivo para generar confianza”, hace énfasis en la masificación del uso de internet, las TIC en los procesos pedagógicos y el fortalecimiento de los procesos de investigación e innovación. **Guainía** da prioridad a la consolidación de una institucionalidad habilitante para la CTel, la generación de una cultura que valora y gestiona el conocimiento, la innovación y las acciones e intervenciones para responder las demandas tecnológicas y de investigación en procesos productivos.

Guajira orienta la estrategia de CTel para el desarrollo económico, haciendo énfasis en la inversión para la generación de nuevo conocimiento y el desarrollo de infraestructura para el desarrollo tecnológico y de innovación. **Guaviare** enmarca las propuestas de CTel en el eje transversal de I+i+D - investigación, innovación y desarrollo, proponiendo como única estrategia la consolidación del ecosistema de competitividad para el desarrollo regional donde se incluye la CTel para el emprendimiento y la competitividad sostenible.

Putumayo centra sus acciones de CTel dentro del Programa vamos por el emprendimiento y la creatividad con los objetivos de consolidación de la comisión regional de competitividad de innovación y la CTel para la productividad y la competitividad centrada en el proceso de planificación turística.

Vaupés plantea acciones de CTel centradas en educación básica y media; la modernización de la administración territorial y dentro de esta la actualización de la política departamental CTel, así como fomentar las ACTI. Y finalmente, **Vichada** prioriza el acceso y uso de la población, las empresas y las entidades públicas a las TIC, la producción científica y generación de conocimiento, el fomento a las empresas más sofisticadas e innovadoras, la cultura que valora y gestiona el conocimiento y la incorporación de actividades de innovación en el sector privado.

Los departamentos de este grupo tienen en común la priorización de necesidades de infraestructura para la educación inicial, básica, media y superior, así como la infraestructura para la masificación de internet y la apropiación de las TIC. Como objetivos estratégicos se priorizan de manera generalizada consolidar una institucionalidad habilitante para la Ciencia Tecnología e Innovación (CTI) y generar una cultura que valora, gestiona el conocimiento y la innovación.

En los PDD se incluyen acciones para la articulación y desarrollo de los objetivos de desarrollo sostenible en sus líneas estratégicas. El desarrollo de los enfoques poblacionales y diferenciales con atención a los componentes étnicos, culturales, urbano-rurales, de derechos y de desarrollo sostenible tiene gran relevancia para el desarrollo de capacidades para la ciencia, tecnología e innovación, así como la movilización de actores para el desarrollo de los sistemas locales de innovación.

Se destaca el PDD de La Guajira que incluye la mayor relación entre ODS e IDIC con metas a 2023. Respecto a la articulación con estrategias para respuesta a la pandemia, los PDD firmados en el segundo semestre del año incluyeron líneas estratégicas de atención específicas. En la Tabla 5 se destacan las propuestas de articulación de la CTel identificadas con estos ejes en este grupo de departamentos.

Tabla 5. Grupo de departamentos con desempeño bajo en el índice departamental de innovación para Colombia

Departamento y plan departamental de desarrollo	Articulación con ODS	Enfoques	Propuestas de atención a la pandemia	Articulación con Misión de Sabios
Amazonas: "Progresando con equidad 2020 - 2023"	Infraestructura para el desarrollo integral Gestión y Ejecución para el Desarrollo Social Desarrollo Económico con énfasis en Turismo y Trabajo Decente Nuestra Selva, Capital para la Sostenibilidad Ambiental y el Crecimiento Verde Posconflicto, construcción de hechos de Paz para la Convivencia Pacífica Gestión Pública Eficiente, Eficaz y Transparente	De Ciclo de vida De Derechos De Género Diferencial Étnico y Cultural Poblacional Territorial	Vigilancia en salud pública TIC para la Ciudadanía	No se menciona
Arauca: Plan Participativo de Desarrollo Departamental de Arauca "Construyendo Futuro" 2020-2023	Reducción de brechas de pobreza para la igualdad Equidad Social para la Paz Productividad y Competitividad para el Desarrollo Crecimiento Verde Buen Gobierno Reconciliación, Participación y Convivencia para la Paz	De derechos humanos De desarrollo sostenible De enfoque de curso de vida De enfoque diferencial De enfoque interseccional de equidad de género De gobernanza y seguridad De mecanismos de estabilización por el COVID-19 De orientación a resultados	No se menciona	No se menciona
Caquetá: PDD 2020 - 2023 "Pacto Social por el Desarrollo de	Caquetá Solidario e Incluyente Caquetá Competitivo y Productivo Caquetá Sólo Vida Caquetá Eficiente Caquetá Participativo, Seguro y en Paz	De ciclo de vida, diversidad de género y territorio. De derechos humanos De ruralidad Diferencial Étno-cultural Territorial	Gestión de calidad para prevención	No se menciona
Chocó: Plan de desarrollo departamental 2020 - 2023 "Generando confianza"	Crecimiento Económico Sostenible Desarrollo Humano Sostenible El marco del Posconflicto y la Paz Ordenamiento y Desarrollo Territorial Instituciones empoderadas y eficientes	De curso de vida (niños, niñas, adolescentes) De derecho a la participación De derechos humanos De equidad social De igualdad de género De sostenibilidad medioambiental Étnico Poblacional: jóvenes y víctimas de desplazamiento forzado	Estrategia de mitigación del COVID-19	No se menciona

<p>Guaviare: Soluciones a su servicio</p>	<p>Infancia y Adolescencia Innovación y TICs Población Víctima Eje Estratégico El Campo, Motor de Futuro y Desarrollo Económico, Guaviare Ambiente de Naturaleza, Turismo y Paz; Desarrollo Social, Compromiso de Todos, Gobierno Eficiente para Todos; Territorio de Derechos y Constructor de Paz, Vías Prósperas Productivas y Eficientes</p>	<p>Territorial Diferencial</p>	<p>No se menciona</p>	<p>No se menciona</p>
<p>La Guajira: Unidos por el Cambio 2020 - 2023</p>	<p>Dimensión: Ambiente Construido Ambiente Natural Económica Poblacional Político - Institucional Socio Cultural</p>	<p>De ciclo de vida De desarrollo De desarrollo para la atención diferencial De género Diferencial Étnico Étnico y cultural Poblacional - regional</p>	<p>Atención a emergencia sanitaria</p>	<p>Mayor relación entre ODS e IDIC con metas a 2023</p>
<p>Putumayo: Plan de desarrollo departamental Trece municipios un solo corazón.</p>	<p>Juntos por un gobierno efectivo y cercano a la gente; construyendo y fortaleciendo capacidades para transformar Putumayo centro de desarrollo económico sostenible del sur del país Cuidado ambiental y equilibrio ecológico para la transformación Dotando a la gente: infraestructura para el buen vivir</p>	<p>Diferencial De Equidad de género Territorial-Poblacional De derechos Integral</p>	<p>No se menciona</p>	<p>No se menciona</p>
<p>Vaupés*: "Vaupés, Juntos podemos" 2020-2023vzvttt</p>	<p>Comprometidos con la competitividad, con la movilidad social y la superación de la pobreza extrema, con la paz y el posconflicto, con el buen gobierno Comprometidos con el medio ambiente y el cambio climático</p>	<p>De derechos humanos Diferencial - étnico Poblacional Territorial</p>	<p>No se menciona</p>	<p>No se menciona</p>
<p>Vichada: Plan de Desarrollo Departamental Trabajo para Todo Vichada</p>	<p>Desarrollo Humano Integral de Vichada Vichada Productivo y Sostenible, Competitivo Buen Gobierno para un Vichada en Paz</p>	<p>De derechos De género De participación comunitaria Diferencial-étnico</p>	<p>No se menciona</p>	<p>No se menciona</p>

Fuente: OCyT a partir de los documentos de los PDD y la información reportada por las entidades territoriales a la Plataforma Sinergia del DNP. Vaupés no fue incluido en el cálculo del IDIC para el año 2020 pero se ha incluido en este grupo por tener características similares a los demás departamentos.

A manera de conclusión...

- La mirada a los instrumentos de Política CTel territorial a partir de los Índices de Innovación Departamental permite identificar características de avance, fortalezas y relaciones entre necesidades, respuestas, acciones, conexiones o des-conexiones entre los actores y sectores para mitigar brechas.
- Los departamentos con índices de innovación más altos y por tanto con mayor desarrollo de la CTel en sus territorios, son los departamentos con propuestas más extensas y detalladas para el desarrollo de programas y proyectos en CTel, así mismo, son los departamentos que plantean mayor interacción entre actores del sector gubernamental, académico y productivo.
- Los departamentos con los índices de innovación más bajos y por tanto con menor desarrollo de la CTel en sus territorios, plantean como prioridades el desarrollo o fortalecimiento de infraestructuras educativas y de conectividad que les permitan el fortalecimiento de capacidades educativas y de investigación en los territorios. En estos departamentos se destaca el énfasis en la formación de vocaciones científicas y el fortalecimiento de las trayectorias educativas STEM.
- Los PDD plantean líneas de articulación claras con los ODS2030 y los enfoques diferenciales según la prioridad de cada territorio, pero no incluyen aún propuestas de acciones específicas para la articulación con la Misión de Sabios. En relación con las propuestas para responder a la pandemia por COVID-19 desde la CTel se destacan las acciones identificadas en las tablas del capítulo.
- La identificación de los componentes estratégicos de los PDD para el fortalecimiento de los Sistemas Territoriales de Ciencia, Tecnología e Innovación deja en claro la necesidad de contar con instrumentos

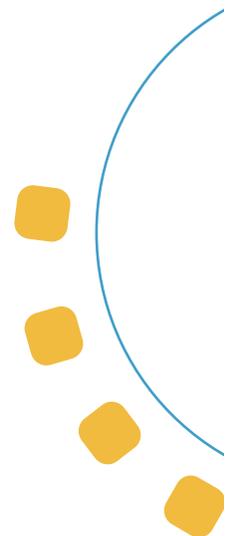
específicos que desarrollen las apuestas de los departamentos en CTel, así como indicadores y sistemas de acompañamiento para comprender de manera más profunda las interacciones entre actores y sectores y la manera en que responde a las necesidades de los territorios.





● ● Nota metodológica

Para el desarrollo de este capítulo se han compilado los Planes de Desarrollo Departamental firmados durante el año 2020 para los 32 departamentos y Bogotá. Sobre estos 33 documentos se hizo un análisis cualitativo de contenido preliminar en el software NVivo considerando las categorías articulación con ODS, enfoques, respuestas previstas dentro de los planes para la pandemia por COVID-19 y articulación o menciones de la Misión de Sabios o sus focos. Este documento hace parte del proyecto de análisis de instrumentos de política pública para ciencia, tecnología e innovación regionales, territoriales, departamentales, distritales y de ciudades capitales que adelanta el OCyT.



REFERENCIAS

IDIC - Índice Departamental de Innovación para Colombia 2020 (2021). DNP Departamento Nacional de Planeación, Obsevatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología OCyT. Bogotá.

Objetivos de desarrollo sostenible Colombia- DNP Departamento Nacional de Planeación. <https://www.ods.gov.co/es/objetivos>

Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados SINERGIA. <https://sinergia.dnp.gov.co/Paginas/inicio.aspx>





Mabel Ayure Urrego

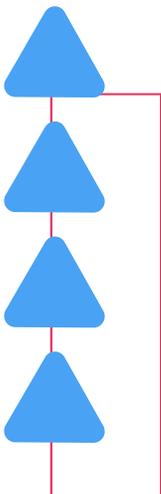
Líder Área de Política CTel

CONTACTO OCyT

Correo: : mayure@ocyt.org.co

Área de Política CTel

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 y Diseñadora egresada de la Universidad Nacional de Colombia. Experiencia profesional en el sector privado y público 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. Ha sido docente de la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; coordinó el componente de movilización del Plan Nacional de Lectura y Escritura “Leer es mi Cuento” en el Ministerio Nacional de Educación.



Actualmente es Líder de Política CTel y Relaciones Internacionales del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, donde es responsable de liderar los proyectos relacionados con el análisis, acompañamiento, evaluación o desarrollo de insumos y formulación de recomendaciones para instrumentos de política pública de ciencia, tecnología e innovación. Durante el último año lideró el proyecto de acompañamiento para la Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos de la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá para la formulación e implementación del enfoque educativo STEM en los colegios públicos de la ciudad.



Capítulo 08

Avances en indicadores
de Ciencia, Tecnología e
Innovación desde la
Perspectiva Internacional

Autora

Mabel Ayure Urrego



“ Tanto en las colaboraciones en investigación como en los tipos de iniciativas de política CTel para responder a la pandemia, se destaca la necesidad de movilizar el diálogo efectivo y permanente entre sectores y actores que permita la mejor comprensión de la evidencia y datos científicos, así como el desarrollo de soluciones mediante la innovación local.”



Avances en indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación desde la Perspectiva Internacional

Autora: Mabel Ayure Urrego

La comparación de indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación con perspectiva internacional permite hacer un seguimiento al avance generado en Colombia en algunas de las áreas de análisis que se incluyen en el informe anual de indicadores. Para hacer esta comparación se retoman los indicadores publicados para países de la región y otros pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE disponibles en los portales de datos de la RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana), la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), la OCDE y el índice Global de Innovación (GII) respectivamente. Sin embargo, debido a las diferencias metodológicas de las fuentes de información, esta comparación puede tener uno o dos años de rezago por las fechas de reporte y publicación de cada país. Estas mismas diferencias metodológicas generan un sesgo en la comparación directa, aunque permiten tener una aproximación a la realidad a partir de los datos disponibles. El rezago de los datos se hace más evidente cuando la información que se reporta ha sido consolidada por las agencias internacionales mencionadas durante el año 2020 con afectaciones importantes por la pandemia.

La mirada comparativa toma aún mayor relevancia luego del primer año de pandemia por COVID-19 donde la alfabetización científica, las políticas para la colaboración y la ciencia abierta, el papel de los científicos y el diálogo de actores en todos los sectores son vitales para mitigar los efectos y consecuencias sociales y económicas de la pandemia. Considerando lo anterior, el capítulo se propone en dos partes:

- **En la primera** se presentan los indicadores seleccionados para la mirada en perspectiva internacional que permiten reconocer las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora y cooperación para la ciencia, tecnología e innovación en cada país y por tanto sus posibilidades de crecimiento económico y social, y capacidades en innovación para superar la pandemia.
- **En la segunda** se seleccionan 3 indicadores específicos para la mirada en perspectiva internacional dedicados a ver las respuestas a la pandemia por COVID-19 desde la ciencia, la tecnología y la innovación. Estos indicadores provienen de los informes generados por la OCDE y UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) e incluyen: los clústeres de colaboración internacional en la investigación sobre COVID-19; la colaboración internacional en el desarrollo de ensayos clínicos; y, las iniciativas de política pública de ciencia, tecnología e innovación para responder a la pandemia.

Primera parte: Indicadores generales para la CTel con perspectiva internacional

● Inversión en ACTI como porcentaje del PIB

Las actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) incluyen todas las dinámicas relacionadas con la producción, transferencia, apropiación y aplicación del conocimiento científico y técnico. En las ACTI se incluyen la investigación y desarrollo; el apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica; las actividades de innovación; los servicios científicos y tecnológicos; administración; actividades de apropiación social del conocimiento y otras actividades de apoyo en CTel (si desea ampliar esta información en el contexto nacional para el año 2020 puede consultar el capítulo dedicado a Inversión).

La serie de referencia observa nueve países de América Latina más el indicador promediado para la región en el periodo comprendido entre 2010 y 2018. El valor observado es el porcentaje del PIB que han invertido los países en ACTI para estos años. En la Tabla 1 se pueden ver las siguientes variaciones para los 3 últimos periodos: Costa Rica es el país de la región que ha mantenido el mayor porcentaje de inversión del PIB en ACTI teniendo valores por arriba de 2%; Paraguay registra la mayor tasa de crecimiento en el porcentaje del PIB que invierte en ACTI (80% de incremento entre 2016 y 2018) mientras que El Salvador ha disminuido esta inversión notablemente (19% entre 2016 y 2018). En este panorama Colombia alcanzó un valor de 0,85% del PIB invertido en ACTI para el año 2018, máximo registrado dentro del periodo de observación y 21,4% más alto respecto a 2016. En el promedio para los países de Latinoamérica incluidos la inversión del PIB en ACTI ha disminuido un 7,44% en los tres últimos periodos.

Tabla 1. Inversión en ACTI como porcentaje del PIB según países seleccionados, 2010-2018

País	Año								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Argentina	0,61	0,61	0,68	0,66	0,65	0,66	0,60	0,62	0,55
Brasil	1,60	1,56	1,59	1,61	1,67	1,70	1,53	1,52	n.d.
Colombia	0,48	0,48	0,54	0,60	0,71	0,80	0,70	0,69	0,85
Costa Rica	1,86	1,77	1,98	2,01	2,58	2,03	2,05	2,36	2,67
Ecuador	0,45	0,39	0,42	0,55	0,56	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
El Salvador	0,99	0,98	1,09	1,15	1,12	1,95	2,04	2,14	1,65
México	0,77	0,75	0,67	0,83	0,69	0,70	0,67	0,62	0,59
Paraguay	n.d.	0,26	0,27	0,25	0,24	0,27	0,65	0,93	1,18
Uruguay	0,67	0,59	0,54	0,51	0,54	0,57	0,66	0,73	0,63
América Latina	0,94	0,90	0,93	0,98	0,97	0,99	0,94	0,89	0,87

Fuente: RICYT (<http://www.ricyt.org/category/indicadores/>), para Colombia.)

Cálculos: OCyT.

Fecha de consulta: Marzo 2020

● Inversión en I+D como porcentaje del PIB

El Manual de Frascati define la I+D (investigación y desarrollo) como el conjunto de actividades y trabajo creativo sistemático para aumentar el nivel de conocimiento y formas de aplicación productivas de este (OCDE, 2015). Como se ha indicado en reportes previos del OCyT, las actividades de I+D están encargadas del desarrollo y mejora de procesos, productos y servicios en la economía por lo que se constituyen como el indicador de mayor protagonismo en los informes internacionales de CTel. La Tabla 2 considera 21 países seleccionados donde se incluyen 10 de América Latina, el promedio de América Latina y el promedio de países miembros de la OCDE. El valor observado es el porcentaje del PIB que han invertido estos países en I+D para el periodo comprendido entre 2010 y 2018.

La Tabla 2 registra los siguientes contrastes: Corea del Sur es el país con mayor porcentaje de inversión para los tres últimos periodos con

incremento sostenido, le sigue Suecia que marcó una disminución para el año 2018 respecto al año anterior y Japón que mantiene un aumento sostenido entre 2016-2018. China y Estados Unidos tienen porcentajes de inversión con aumento sostenido y Argentina, Uruguay y Costa Rica son los países latinoamericanos con mayor porcentaje de inversión en I+D para el año 2018. Es interesante observar que los valores de inversión de estos países son estables para los tres últimos periodos.

Colombia presentó su mayor porcentaje de inversión en el año 2015 con 0,37% y para el año 2018 reportó una inversión similar a la de Chile y México. La revisión de los porcentajes de inversión ratifica, como en años anteriores, la amplia brecha existente entre los países de América Latina y los países de la OCDE con economías desarrolladas. Como principales financiadores se siguen identificando las entidades gubernamentales, empresas, instituciones de educación superior y centros de investigación y desarrollo tecnológico, fondos Internacionales y organizaciones sin ánimo de lucro como hospitales y clínicas, ONG's, asociaciones y agremiaciones profesionales. La participación de estos tipos de organizaciones también continúa siendo mayoritariamente del sector privado en las economías más robustas y mayoritariamente o de participación importante del sector público para Latinoamérica.

Para el caso de la ejecución de este tipo de recursos, los países con mayores índices de educación y alfabetidad científica ejecutan mayores recursos desde el sector privado dedicados al desarrollo del sector productivo. Mientras que en el caso de países con menores grados de educación y alfabetidad científica, la ejecución está más dedicada a la educación y desarrollo de capacidades para la ciencia y la tecnología, generalmente a cargo del estado y las instituciones de educación superior.

Tabla 2. Inversión en I+D como porcentaje del PIB según países seleccionados, 2010-2018

País	Año								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Argentina	0,56	0,57	0,63	0,62	0,59	0,62	0,56	0,56	0,49
Alemania	2,73	2,81	2,88	2,84	2,88	2,93	2,94	3,05	3,12
Bélgica	2,06	2,17	2,28	2,33	2,37	2,43	2,52	2,67	2,67
Brasil	1,16	1,14	1,13	1,20	1,27	1,34	1,26	1,26	n.d.
Canadá (1)	1,83	1,79	1,77	1,71	1,71	1,69	1,73	1,67	1,56
Chile (2)	0,34	0,35	0,36	0,39	0,38	0,37	0,38	0,36	0,35
China (3)	1,71	1,78	1,91	2,00	2,03	2,07	2,10	2,12	2,14
Colombia	0,19	0,20	0,22	0,26	0,3	0,37	0,27	0,26	0,31
Corea del Sur	3,32	3,59	3,85	3,95	4,08	3,98	3,99	4,29	4,52
Costa Rica	0,48	0,48	0,57	0,56	0,58	0,45	0,43	0,43	0,39
Cuba	0,40	0,34	0,33	0,38	0,44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
El Salvador	0,07	0,03	0,03	0,06	0,08	0,13	0,15	0,18	0,16
España	1,35	1,33	1,29	1,27	1,24	1,22	1,19	1,21	1,24
Estados Unidos (4)	2,73	2,75	2,69	2,72	2,73	2,72	2,79	2,85	2,95
Japón	3,14	3,24	3,21	3,31	3,40	3,28	3,16	3,21	3,28
México	0,49	0,47	0,42	0,42	0,44	0,43	0,39	0,33	0,31
Panamá	0,15	0,17	0,08	0,06	0,14	0,12	0,14	0,15	n.d.
Portugal	1,53	1,46	1,38	1,33	1,29	1,24	1,29	1,33	1,36
Reino Unido (5)	1,65	1,65	1,58	1,62	1,64	1,65	1,66	1,68	1,79
Suecia (6)	3,17	3,19	3,24	3,27	3,11	3,23	3,25	3,36	3,32
Uruguay	0,34	0,35	0,33	0,32	0,34	0,36	0,41	0,49	0,42
América Latina y el Caribe	0,65	0,63	0,63	0,66	0,68	0,70	0,66	0,64	0,62
OCDE (7)	2,25	2,28	2,28	2,30	2,32	2,31	2,31	2,35	2,42

Nota para la tabla 2: Canadá (1): En los años 2012 y 2014 hubo un quiebre de la serie temporal

Chile (2): Para el año 2017 el valor es provisional

China (3): En el año 2009 hubo un quiebre de la serie temporal

Estados Unidos (4): Desde el año 2009, los datos de I+D están disponibles separados por sectores.

Reino Unido (5): Valores de la serie temporal estimados

Suecia (6): Valores de la serie temporal estimados

OCDE (7): Valores de la serie temporal estimados

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: OCyT.

Fecha de consulta: Marzo 2021

Documentos científicos indexados en SCOPUS por cada 100.000 habitantes

El volumen de producción en ciencias dentro de índices bibliográficos citacionales como Scopus es un indicador de resultados que permite ver la evolución en el desarrollo de capacidades para la ciencia y la tecnología en un país (sí desea conocer más sobre la perspectiva en ciencia en Colombia en la perspectiva internacional puede consultar el capítulo 5 del presente informe). Para la mirada comparativa de este indicador se seleccionó un grupo de 20 países, de los cuales 16 son de Latinoamérica. El periodo de observación de la comparación es de 5 años, entre 2014 y 2018.

La Tabla 3 muestra las siguientes diferencias: Canadá, Portugal, Estados Unidos y España son los países con mayor número de documentos indexados en Scopus por cada 100.000 habitantes para el año 2018, frente a Chile que es el país latinoamericano con el mayor número de documentos indexados en Scopus por cada 100.000 habitantes para el mismo año. La diferencia de aproximadamente 126 documentos entre el reporte de países de Latinoamérica y los de mayor registro global es la continuación de una brecha de producción académica indexada que se ha mantenido durante el periodo de observación.

El comportamiento de la tasa de producción de documentos de Colombia dentro de Scopus es creciente y esta ha aumentado en una proporción de 3.21 veces entre 2008 y 2018. Esta cifra es superior a la tasa de crecimiento de Chile en el mismo periodo, la cual se estima en

2.22. Esta tendencia muestra un signo positivo en el comportamiento del volumen de generación de conocimiento de Colombia y coincide con los hallazgos derivados del estudio de las fuentes de Scielo, WoS y Scopus, que muestran que el volumen de producción de documentos científicos se ha duplicado en el periodo 2010-2019 (se recomienda consultar el capítulo número 5 para ampliar esta información).

Tabla 3. Documentos SCOPUS por cada 100.000 habitantes para países seleccionados, 2014-2018

País	Año				
	2014	2015	2016	2017	2018
Argentina	31,71	31,48	32,20	32,78	34,00
Bolivia	2,95	3,04	3,06	2,73	3,32
Brasil	33,89	34,59	36,42	37,97	39,49
Canadá	295,10	293,48	295,44	297,35	301,72
Chile	62,43	65,32	73,48	74,24	80,09
Colombia	17,63	18,89	21,36	23,28	26,64
Costa Rica	18,82	18,16	19,84	22,75	23,70
Cuba	20,82	19,51	18,11	17,88	18,52
Ecuador	6,61	10,29	14,84	21,03	26,70
España	194,20	193,07	198,43	203,57	206,92
Estados Unidos	208,80	208,88	207,38	210,50	209,46
México	17,82	17,81	18,78	19,64	20,27
Panamá	12,84	13,40	13,58	14,98	15,73
Paraguay	2,48	3,37	3,64	4,62	3,73
Perú	5,75	6,74	7,85	9,12	10,93
Portugal	226,34	236,93	243,48	249,68	260,84
Puerto Rico	24,24	22,46	25,25	26,02	25,26

Trinidad y Tobago	36,43	26,46	30,81	32,57	32,57
Uruguay	42,53	39,72	45,74	45,43	50,20
Venezuela	6,61	5,72	5,21	5,46	5,06
América Latina y el Caribe	20,88	21,14	22,39	23,76	25,20

Fuentes: RICYT (<http://www.ricyt.org/category/indicadores/>)
 Fecha de consulta: Marzo 2020

● **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 también son una manera de hacer público el conocimiento e influir en que otros puedan generar más conocimientos y avances. Para esta observación, se seleccionaron 15 países en su mayoría latinoamericanos para el periodo 2016-2019, así la Tabla 4 permite ver los siguientes aspectos: China mantiene el liderazgo en patentes solicitadas y concedidas duplicando el número de solicitudes hechas por Estados Unidos que está en el segundo lugar de patentes solicitadas y concedidas. Aunque China tiene un número mayor de patentes concedidas, su número de solicitudes es 3,09 veces más alto que las otorgadas, en tanto que en Estados Unidos el número de solicitudes es 1,3 veces más alto que las concedidas.

Para los países de Latinoamérica las cifras de solicitud y obtención de patentes siguen siendo muy bajas en relación con los países seleccionados para la comparación, aunque el porcentaje de obtención ha mejorado poco a poco. Brasil y México continúan siendo los referentes en propiedad intelectual durante el año 2019 con rangos de solicitudes que casi duplican los números de patentes concedidas.

En el caso de Colombia, el número de patentes concedidas ha aumentado respecto al número de solicitudes para los 3 últimos periodos (se sugiere consultar el capítulo dedicado a propiedad intelectual para ver esta información en detalle). Como se ha indicado en reportes previos, esta es una de las áreas donde se requiere mayor atención a las actividades de investigación aplicada, transferencia de conocimiento y mayor interacción entre el sector educativo, investigación y el sector productivo.

Tabla 4. Patentes solicitadas y concedidas en oficinas nacionales de patentes y PCT, según países seleccionados, 2016-2019

País	2016		2017		2018		2019	
	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas	Presentadas	Concedidas
Argentina	3.809	1.879	3.443	2.302	3.667	1.525	7.702	2.177
Brasil	28.010	4.195	25.658	5.450	24.857	9.966	25.396	10.947
Canadá	34.745	26.424	35.022	24.099	36.161	23.499	36.488	22.009
Chile	2.907	2.077	2.894	1.574	3.100	1.599	3.237	1.490
China	1.338.503	404.208	1.381.594	420.144	1.542.002	432.147	1.400.661	452.804
Colombia	2.203	917	2.372	1.164	2.223	1.271	2.157	1.630
Costa Rica	505	67	523	190	498	168	499	191
Ecuador	374	10	417	17	405	10	437	17
El Salvador	175	40	182	24	139	36	148	117
España	2.922	2.308	2.343	2.011	1.674	1.760	1.447	1.272
Estados Unidos	605.571	303.049	606.956	318.829	597.141	307.759	621.453	354.430
Honduras	195	53	193	54	156	88	187	85
México	17.413	8.652	17.184	8.510	16.424	8.921	15.941	8.702
Perú	1.163	403	1.219	510	1.222	625	1.259	713
Trinidad y Tobago	136	60	171	66	139	26	1.447	68

Fuentes: OMPI (World Intellectual Property Organization, <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm>)
 Fecha de consulta: Diciembre 2019

● Índice Global de Innovación

El Índice Global de Innovación (GII) es un indicador que permite determinar las capacidades y los resultados en materia de innovación por país (<https://www.wipo.int/>). Se calcula como la media de los subíndices de insumos para la innovación (que incluye los pilares de: Instituciones, capital humano y de investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y de los negocios) y sus resultados (con los pilares de: producción de conocimiento, tecnología y producción creativa), actualmente se calcula para 130 países incluyendo 80 indicadores en los pilares descritos. Desde hace cinco años, el OCyT adapta y aplica este modelo en el cálculo del Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) en el reporte anual que se presenta en conjunto con el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Se puede observar la comparación de los resultados anuales del índice para 15 países en el periodo comprendido entre 2013 y 2020. Suiza, Estados Unidos y China ocupan los primeros lugares en esta medición para el año 2020. Chile, México y Costa Rica ocupan los primeros lugares en Latinoamérica para el mismo año, mostrando una diferencia de 20 puntos con China que ha hecho una evolución sostenida desde el año 2013.

La observación de las categorías interiores del índice Global de Innovación (pilares y subpilares) permite evidenciar las relaciones de actores y factores que posibilitan la aplicación de conocimiento en el sector productivo para la generación de mayor conocimiento y tecnología que se traducen en soluciones, productos y servicios más creativos. La observación de esas relaciones permite priorizar las acciones de hacedores de política y tomadores de decisiones que pueden movilizar la interacción de estos actores para la generación de más innovación

Tabla 5. Puntaje Índice Global de Innovación, 2013-2020

País	Año							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	37,66	35,13	34,3	30,24	32	30,7	31,95	28,3
Bolivia	30,48	27,76	28,6	25,24	25,64	22,9	24,76	22,4
Brasil	36,33	36,29	34,9	33,19	33,1	33,4	33,82	31,9
Canadá	57,6	56,13	55,7	54,71	53,65	53	53,88	52,3
Chile	40,58	40,64	41,2	38,41	38,7	37,8	36,64	33,9
China	44,7	46,6	47,5	50,6	52,5	53,19	54,8	53,30
Colombia	37,38	35,5	36,4	34,16	34,78	33,8	33	30,8
Costa Rica	41,54	37,3	38,6	38,4	37,09	35,7	36,13	33,5
Ecuador	32,83	27,5	26,9	27,11	29,14	26,8	26,56	24,1
España	49,41	49,27	49,1	49,19	48,81	48,7	47,85	45,6
Estados Unidos	60,31	60,09	60,1	61,4	61,4	59,8	61,73	60,6
México	36,82	36,02	38	34,56	35,79	35,3	36,06	33,6
Portugal	45,1	45,63	46,6	46,45	46,05	45,7	44,65	43,5
Suiza	66,59	64,78	68,3	66,28	67,69	68,4	67,24	66,1
Uruguay	38,08	34,76	35,8	34,28	34,53	34,2	34,32	30,8

Fuentes: OMPI (World Intellectual Property Organization, <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm>)
 Fecha de consulta: Diciembre 2019

A partir de estas categorías de análisis (porcentajes de inversión en ACTI e I+D, producción académica reconocida internacionalmente, solicitud y obtención de patentes e índice de innovación) se pueden evidenciar las prioridades y focos de acción de los países en un

segmento específico del desarrollo, producción, transferencia y aplicación de la ciencia, tecnología e innovación. La comparación con perspectiva internacional muestra el énfasis que realizan los países latinoamericanos en el desarrollo de capacidades para la investigación y producción de conocimiento. Países con economías de mayor desarrollo dedican mayor esfuerzo a la aplicación del conocimiento en el sector productivo y en la interacción de actores y sectores que permitan tanto el enriquecimiento como la co-creación de nuevo conocimiento e innovación.

Segunda parte: Perspectiva internacional de la CTel frente a la pandemia

Para esta comparación se han considerado los reportes de CTel publicados este año por la OCDE y UNESCO referidos al año 2020: Perspectivas de la OCDE sobre ciencia, tecnología e innovación (2021) y UNESCO - La carrera contra el tiempo por un desarrollo más inteligente (2021), el reporte publicado por la OCDE permite ver de manera comparativa políticas e instrumentos usados para impulsar la contribución de la ciencia y la innovación a los desafíos globales, particularmente los relacionados con la pandemia y el informe publicado por UNESCO aborda la interacción entre la ciencia y la sociedad durante el primer año de pandemia por Covid-19

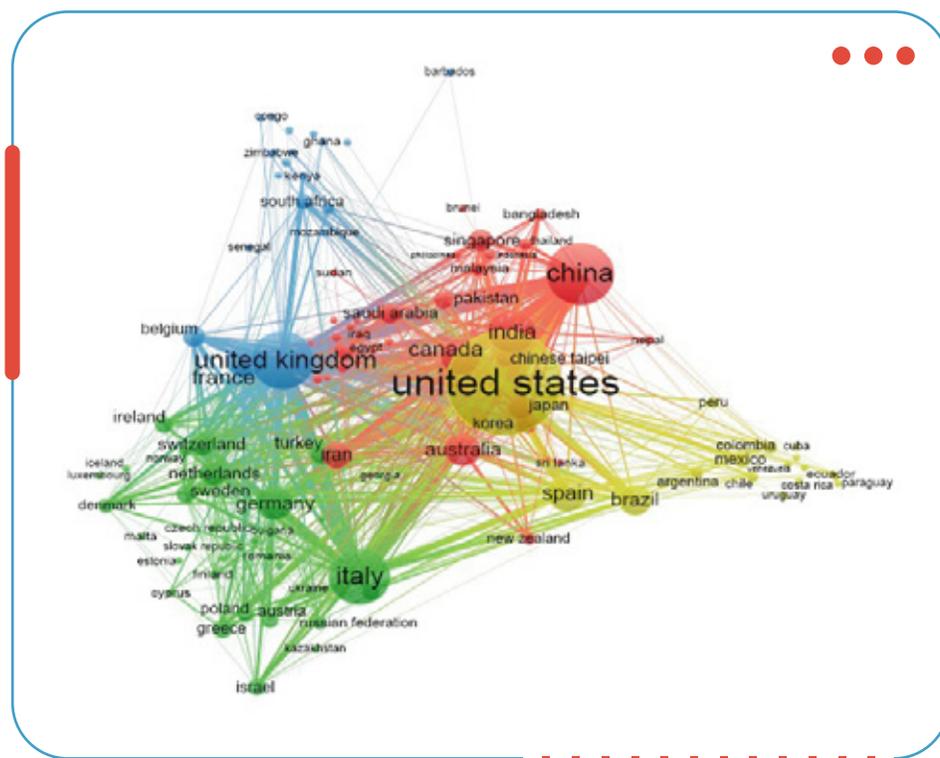
● Clústeres de colaboración internacional en la investigación sobre COVID-19

La producción de conocimiento es uno de los indicadores de mayor relevancia en la mirada internacional, más aún cuando esta producción se desarrolla en colaboración e implica infraestructuras globales con disponibilidad de datos como se requiere en el desarrollo de procesos de ciencia abierta. La apertura de journals y servicios de información

ante la pandemia permitió generar, identificar y seguir diversos grupos de colaboración (clústeres) en el desarrollo de la investigación sobre COVID-19 desde los primeros meses de 2020. Este registro confirmó la necesidad de apertura y colaboración entre plataformas de investigación, especialmente en países donde los efectos de enfermedades infecciosas emergentes son más altos. El desarrollo de investigación de manera colaborativa entre países también deja clara la necesidad de generar protocolos de resultados estandarizados que puedan respaldar las políticas nacionales de salud pública y generar sistemas analíticos de monitoreo útiles para tomadores de decisiones.

La Figura 1 muestra los 4 grupos de comunidades de colaboración (clústeres) identificadas por la OCDE en función de la interacción entre países. La proximidad de países en la imagen representa la fortaleza de las relaciones de colaboración, los países con mayor producción se representan con círculos de mayor tamaño y las co-autorías más robustas se representan con líneas. Colombia se ubica en el clúster 4, correspondiente a los países de Latinoamérica donde las relaciones más fuertes de producción y colaboración se establecen con Brasil, España y Estados Unidos. Información detallada de la producción académica colombiana sobre COVID-19 puede consultarse en el Atlas del Conocimiento publicado por el OCyT en 2021: <https://atlasdelconocimiento.ocyt.org.co/>

Figura 1. Colaboración científica internacional en la investigación biomédica COVID-19. Conteos completos, de enero al 30 de noviembre de 2020



Nota: La imagen muestra cuatro tipos de comunidades (clústeres) determinados por la interrelación de producción académica entre países. Los datos provienen de la información registrada y publicada en acceso abierto por PubMed e incluida en el Reporte sobre ciencia de la OCDE publicado en enero de 2021.

Fuente: Cálculos de la OCDE y OCTS-OEI, basados en datos de PubMed de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (consultado el 30 de noviembre de 2020).

La Tabla 6 muestra la relación de los 15 países con mayor número de documentos publicados sobre COVID-19 durante 2020, destacando el número de documentos publicados en colaboración y el número de lazos o colaboraciones con otras economías o países. El país con mayor producción es Estados Unidos que casi triplica el número de documentos publicados por China; Reino Unido es el tercer país en producción, pero uno de los que presenta mayor porcentaje en colaboración. El único país de Latinoamérica en este grupo es Brasil con un porcentaje de colaboración de 36%.

Tabla 6. Información de producción científica y vínculos internacionales de colaboración

	Clúster	Número de links con otras economías	Número de documentos escritos en colaboración	Número total de documentos por economía
Estados Unidos	4	106	6.754	26.716
China	1	103	2.679	9.276
Reino Unido	3	107	4.003	8.157
Italia	2	103	2.608	7.595
India	1	101	1.398	4.533
España	4	99	1.227	3.299
Canadá	1	99	1.810	3.113
Francia	3	103	1.334	3.048
Alemania	2	103	1.531	2.812
Australia	1	100	1.663	2.613
Brasil	4	92	810	2.196
Irán	1	93	596	1.701
Suiza	2	99	1.076	1.466
Países Bajos	2	98	915	1.344
Japón	1	99	537	1.322

Fuente: Cálculos de la OCDE y OCTS-OEI, basados en datos de PubMed de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (consultado el 30 de noviembre de 2020).

La Tabla 7 muestra la relación de los países de Latinoamérica incluidos en el reporte de la OCDE ordenados según el número de documentos publicados sobre COVID-19. Los 3 países con mayor producción son Brasil, México y Colombia, teniendo este último una producción científica identificada en este reporte de 379 documentos, de los cuales el 62% se hizo de manera colaborativa. Al revisar la relación entre colaboraciones y documentos publicados se observa que los países con menor número de documentos publicados tienen porcentajes altos de colaboraciones con otros países, esto puede deberse al rezago en las capacidades locales para la investigación en este campo específico.

Tabla 7. Información de producción científica y vínculos internacionales de colaboración - países de Latinoamérica

	Clúster	Número de links con otras economías	Número de documentos escritos en colaboración	Número total de documentos por economía
Brasil	4	92	810	2.196
México	4	87	277	583
Colombia	4	77	236	379
Argentina	4	92	205	334
Chile	4	81	192	288
Peru	4	87	145	236
Ecuador	4	40	74	99
Uruguay	4	56	39	44
Venezuela	4	55	38	43
Bolivia	4	43	31	32
Costa Rica	4	57	26	29
Panamá	4	29	20	24
Paraguay	4	19	18	24
Honduras	4	28	20	21

Fuente: Cálculos de la OCDE y OCTS-OEI, basados en datos de PubMed de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (consultado el 30 de noviembre de 2020).

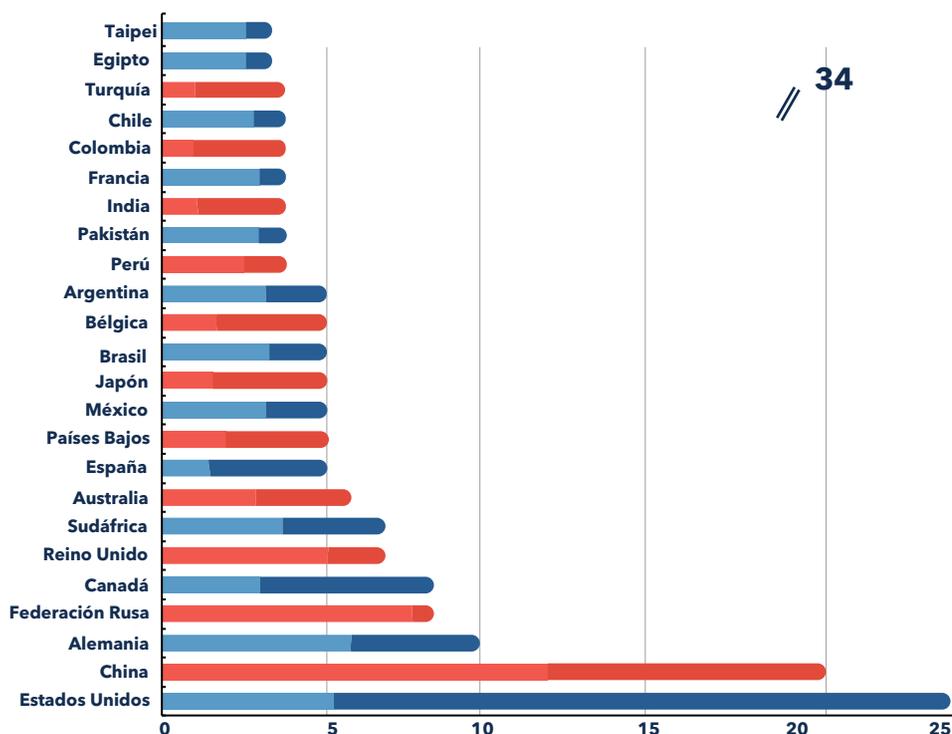
● Colaboración internacional en el desarrollo de ensayos clínicos

Los ensayos clínicos desarrollan y aplican conocimiento para generar respuestas y soluciones a distintas patologías y constituyen uno de los segmentos de innovación en el sector de la salud. La recomendación de gobernanza para ensayos clínicos de la OCDE (2013) define este tipo de investigación como: estudios de investigación para responder preguntas específicas sobre vacunas, nuevas terapias o nuevas maneras para usar tratamientos existentes para una enfermedad específica, usados para determinar qué nuevas drogas o tratamientos son tanto efectivos como seguros; y que se desarrollan en cuatro fases por individuos o por grupos con números de intervenciones específicas para evaluar los resultados de los medicamentos o tratamientos que se

encuentran en prueba. Las intervenciones pueden incluir medicamentos, otros productos biológicos, procedimientos quirúrgicos o radiológicos, dispositivos, tratamientos conductuales, cambios en el proceso de atención, atención preventiva, etc

El registro y seguimiento de los ensayos clínicos sobre medicamentos y vacunas para el tratamiento del COVID-19 es por tanto un indicador de investigación, producción de conocimiento e innovación como respuesta a la pandemia. La Figura 2 contiene el reporte internacional presentado por la OCDE de países que registraron el desarrollo de estudios sobre vacunas para COVID-19 entre enero y diciembre de 2020. La figura incluye los países que registraron al menos 2 ensayos clínicos o estudios (criterio establecido por clinicaltrials.gov). El país con mayor número de ensayos registrados en este periodo fue Estados Unidos con 34, seguido por China con 20 y Alemania con 10. Colombia registró 4 estudios para el periodo mencionado.

Figura 2. Estudios registrados sobre vacunas para COVID-19 por economía

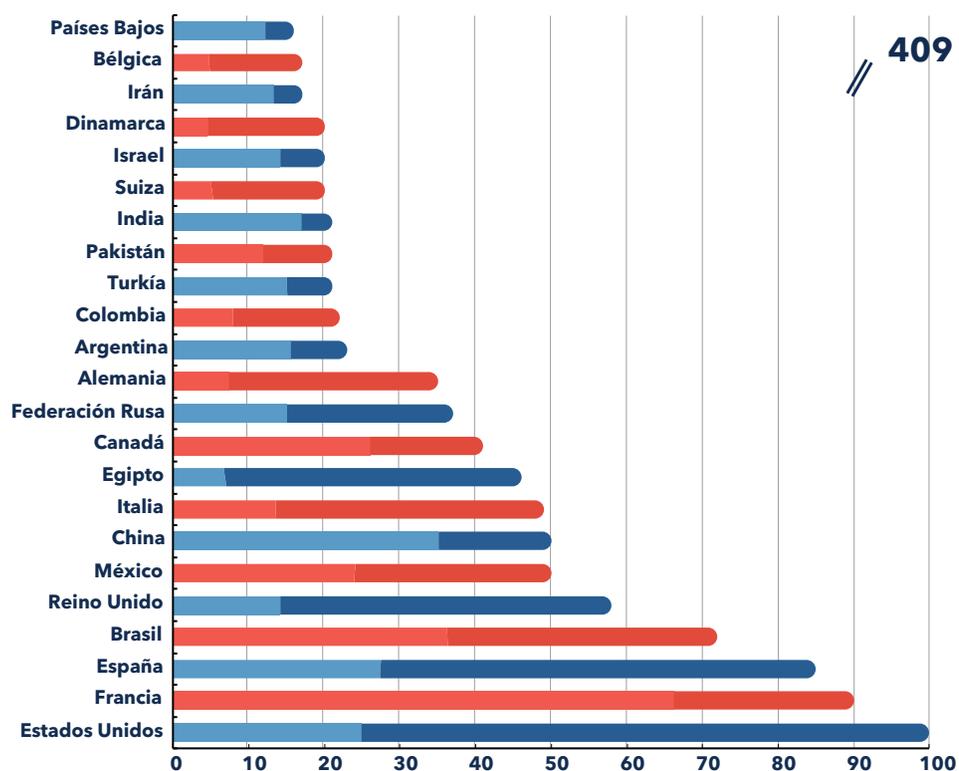


Nota: La imagen incluye los países donde se desarrollan al menos dos estudios registrados sobre vacunas para COVID-19 según el criterio de Clinicaltrials.gov. El periodo de observación es del 30 de enero y el 8 de diciembre de 2020, la información fue registrada por las autoridades o responsables en cada país.

Fuente: Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, <https://clinicaltrials.gov>, (Fecha de corte: 8 de diciembre de 2020) incluido en el Reporte de la OCDE sobre respuestas a la pandemia por COVID-19.

La Figura 3 muestra los estudios nacionales sobre medicamentos para COVID-19 registrados durante el año 2020. Estados Unidos es el país con mayor número de estudios con 409 registros, le siguen Francia con 90, España con 85 y Brasil con 72. Colombia cuenta con 22 estudios registrados.

Figura 3. Estudios sobre medicamentos para COVID-19 registrados por país



Nota: La imagen incluye los países donde se desarrollan más de 15 estudios registrados sobre medicamentos para el tratamiento de COVID-19. El periodo de observación es del 30 de enero al 8 de diciembre de 2020. Los datos fueron registrados por las entidades responsables en cada país.

Fuente: Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, <https://clinicaltrials.gov>, (Fecha de corte: 8 de diciembre de 2020) incluido en el Reporte de la OCDE sobre respuestas a la pandemia por COVID-19.

● **Iniciativas de política pública de ciencia, tecnología e innovación para responder a la pandemia**

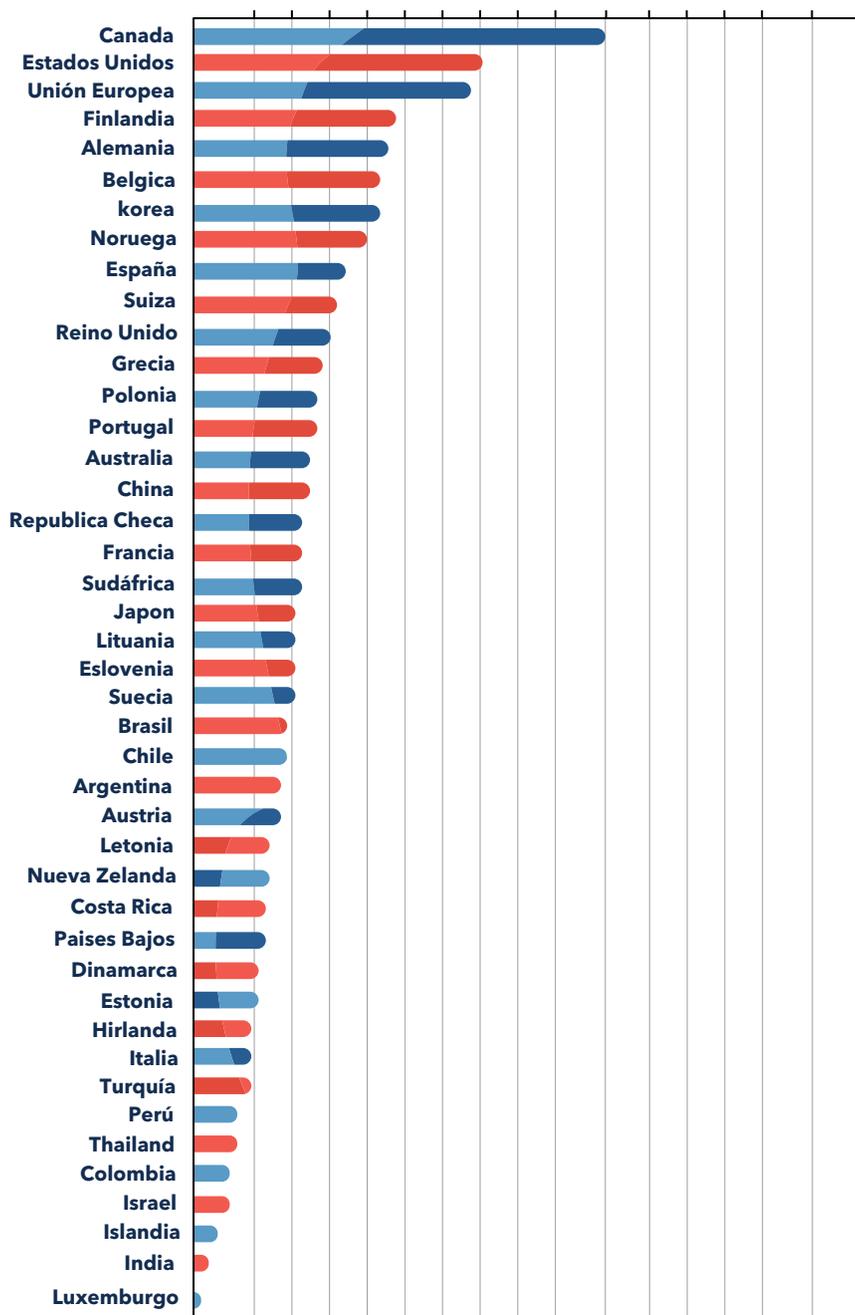
La Organización Mundial de la Salud publicó una ruta para la investigación mundial contra el nuevo coronavirus el 6 de marzo de 2020, recomendando a los países priorizar la evolución del virus, epidemiología, medios diagnósticos, gestión clínica, consideraciones éticas y ciencias sociales, los tratamientos a largo plazo y estrategias de vacunación dentro del diseño y desarrollo de iniciativas de política pública para responder a la emergencia. Como seguimiento a la recomendación de

la OMS, la Plataforma STIP COMPASS (una traducción aproximada es Brújula de políticas de ciencia, tecnología e innovación) de la OCDE y la Comisión Europea han consolidado los datos e información auto-reportados por los países sobre las iniciativas de política pública de CTel para responder al COVID-19.

Si bien el primer indicador, referido a la colaboración en la producción de conocimiento para el tratamiento y vacunas para el COVID-19 supone de tiempos de espera para tener resultados y acciones directas en la sociedad, este segundo indicador muestra las acciones inmediatas gestionadas por los países, su evolución y formalización en instrumentos de política pública de CTel durante el primer año de la pandemia.

La Figura 4 muestra el número de iniciativas de política pública en CTel desarrolladas por país entre enero y diciembre de 2020 en respuesta a COVID-19. Como se mencionó previamente, los datos provienen de la Plataforma STIP COMPASS de la OCDE (<https://stip.oecd.org>) y han sido auto-reportados por cada país. A nivel global se identificaron 702 iniciativas, 63 correspondientes a países latinoamericanos y 39 a países de la Unión Europea.

Figura 4. Número de iniciativas de política pública en CTel desarrolladas por país entre enero y diciembre de 2020 en respuesta al COVID-19



Fuente: OCDE - Rastreador de iniciativas de política en ciencia y tecnología en respuesta al COVID-19. El registro de iniciativas corresponde al periodo enero-diciembre de 2020.

https://stip.oecd.org/covid/?_ga=2.188382056.1773539263.1628536071-582316738.1628536071

En la Figura 5 se puede ver el desarrollo de iniciativas de política pública CTel por mes en cada país, siendo Canadá el país con mayor número de iniciativas (57), seguido por Estados Unidos con 40 y China con 16. En esta imagen llama la atención encontrar iniciativas de política pública para la contención y mitigación a la pandemia propuestas incluso en noviembre del año 2019 por países como Australia, Canadá, Rusia y Corea.

Figura 5. Número de iniciativas de política pública en CTel en países seleccionados entre enero y diciembre de 2020 en respuesta al COVID-19

	N.A.	Antiguo	Dic 19	Ene 20	Feb 20	Mar 20	Abr 20	May 20	Jun 20	Jul 20	Ago 20	Sep 20	Oct 20	Nov 20	Dic 20	Ene 21
Colombia	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Argentina	0	0	0	0	7	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0
Brasil	0	0	0	0	9	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Chile	0	0	0	1	4	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Costa Rica	0	0	0	0	1	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Perú	1	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Australia	0	3	2	1	5	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Canadá	0	3	4	4	12	19	5	2	3	2	2	1	0	0	0	0
Francia	1	1	0	0	8	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Alemania	0	1	0	0	10	4	2	6	0	1	1	0	1	1	0	1
España	0	0	0	0	11	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Estados Unidos	0	0	1	1	23	6	2	3	0	0	1	1	2	0	0	0
Federación Rusa	0	3	0	0	9	4	0	1	2	3	1	1	1	0	0	0
China	0	1	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
India	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corea	0	4	6	2	2	4	0	1	2	1	1	2	0	0	1	0

Fuente: OCDE - Rastreador de iniciativas de política en ciencia y tecnología como respuesta al COVID-19. El registro de iniciativas corresponde al periodo enero-diciembre de 2020.

https://stip.oecd.org/covid/?_ga=2.188382056.1773539263.1628536071-582316738.1628536071
(esta imagen es la gráfica original de OCDE, la podemos redibujar si lo consideran necesario)

Las iniciativas reportadas y consolidadas en la plataforma se presentan clasificadas en las siguientes categorías:

- Ayudas para la I + D + i empresarial y la innovación
- Becas, préstamos y becas de posgrado

- Campañas de concienciación pública y otras actividades de divulgación
- Consulta formal de partes interesadas o expertos
- Contrarrestar los impactos inmediatos en los sistemas de CTel
- Creación o reforma de estructura de gobierno u organismo público
- Disposiciones sobre asesoramiento científico y comunicación
- Estrategias, agendas y planes nacionales
- Financiamiento institucional para la investigación pública
- Inteligencia de políticas (por ejemplo, evaluaciones, evaluaciones comparativas y pronósticos)
- Mecanismos de gobernanza y coordinación
- Medidas de ciencia abierta
- Plataformas colaborativas y de networking
- Programas de adquisiciones para I + D e innovación
- Propuestas para órganos horizontales de coordinación de CTel
- Regulación de tecnología emergente
- Responder a los impactos a largo plazo en los sistemas de CTI
- Retos, premios y reconocimientos de ciencia e innovación
- Servicios de información y acceso a conjuntos de datos
- Subvenciones para proyectos de investigación pública

Para los países de Latinoamérica se registraron iniciativas en las siguientes categorías:

- Ayudas para la I + D + i empresarial y la innovación
- Contrarrestar los impactos inmediatos en los sistemas de CTel
- Disposiciones sobre asesoramiento científico y comunicación

- Mecanismos de gobernanza y coordinación
- Medidas de ciencia abierta
- Responder a los impactos a largo plazo en los sistemas de CTI

Para el caso de Colombia se propusieron las siguientes 4 iniciativas de política pública de CTel como respuesta a la pandemia durante el año 2020, enmarcadas dentro de las categorías de “Disposiciones sobre asesoramiento científico y comunicación” y “Ayudas para la I + D + i empresarial y la innovación”:

Estrategia de producción de contenido COVID-19 (febrero 2020)

Diálogos de COVID-19 con expertos (febrero 2020)

MinCientación - Hackathon (febrero 2020)

Mapeo de laboratorios de biología molecular (marzo 2020)

Dentro de estas 4 estrategias se destaca particularmente la MinCientación, que priorizó los proyectos en salud pública, sistemas de diagnóstico, estrategias de prevención, equipos, dispositivos y sistemas de monitoreo. La iniciativa recibió 531 propuestas de 26 departamentos, de las cuales se seleccionaron 25 proyectos que involucran 75 grupos de investigación, 277 investigadores y coinvestigadores y 10 jóvenes investigadores (MinCiencias, 2021). La segunda iniciativa destacada es el fortalecimiento de los Laboratorios de Biología Molecular de las Regiones para atender la problemática asociada con agentes biológicos de alto riesgo donde se aprobaron 57 proyectos (15 a entidades privadas y 42 a entidades públicas).

Los instrumentos de política pública, resultado de las iniciativas gubernamentales, plantean destinatarios específicos de manera proporcional al tipo, número y presupuesto de las iniciativas, se puede encontrar un número de tipos de actores destinatarios de estas iniciativas en todos

los sectores, tanto en agencias u oficinas estatales cómo agencias ciudadanas donde se da marcada importancia a quienes tienen contacto directo con la ciudadanía, transfieren información y ponen datos e información disponible al público.

A manera de conclusión...

Se evidencia la importancia de las infraestructuras adecuadas, robustas y con normatividad clara para el desarrollo de procesos de ciencia abierta como en el caso de las plataformas liberadas para el desarrollo de colaboraciones de investigación sobre COVID-19.

En el mismo sentido se evidencia la necesidad inmediata de políticas y acciones para el desarrollo de ciencia abierta, así como mecanismos de colaboración y co-financiación para el desarrollo de investigación, innovación e interacción entre sectores y actores.

Se identifica la necesidad de sistemas analíticos, que desde la evidencia y datos científicos puedan ayudar a los encargados del desarrollo de políticas y tomadores de decisiones.

Tanto en las colaboraciones en investigación como en los tipos de iniciativas de política CTel se destaca la urgencia de movilizar el diálogo efectivo y permanente entre sectores y actores que permita la mejor comprensión de la evidencia y datos científicos, así como el desarrollo de soluciones mediante la innovación local.

Los tipos de instrumentos de política CTel priorizan las acciones de alfabetización y educación científica en distintos tipos de grupos sociales que permita la selección y lectura crítica de información y la toma informada de decisiones.

Nota metodológica

Los indicadores en CTel para los países de América Latina fueron descargados de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), la cual tiene como objetivo “promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, en un marco de cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento político para la toma de decisiones”.

Por otro lado, los indicadores para los países con economías más desarrolladas se descargaron de la página web de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), organización que ofrece asesoría en materia de políticas públicas, establecimiento de estándares y normas a nivel mundial. Para los indicadores de inversión en Colombia se utilizó la información procesada por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).

Los indicadores referentes a la perspectiva internacional frente al COVID-19 fueron consultados en el portal de la OCDE - Rastreador de iniciativas de política en ciencia y tecnología como respuesta al COVID-19 y en el índice del reporte Perspectivas de la OCDE sobre ciencia, tecnología e innovación para 2021 publicado en enero de 2021.

REFERENCIAS

Global Innovation Index (GII)

<https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>

OECD (2021), "COVID-19: A pivot point for science, technology and innovation?", in OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/8ea017be-en>

OECD (2021), "Governance of science, technology and innovation for crisis and recovery", in OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e312da6a-en>.

OECD (2021), "Resolving global challenges and crises through international collaboration", in OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e0643f52-en>.

OECD (2021), OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/75f79015-en>.

Portal de datos OECD Organisation for Economic Co-operation and Development. OCDE (<http://stats.oecd.org>)

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT). <http://www.ricyt.org/category/indicadores>

UNESCO SCIENCE REPORT. The race against time for smarter development. UNESCO (2021)
<https://www.unesco.org/reports/science/2021/en>

World Intellectual Property
Organization. <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm>



Mabel Ayure Urrego

Líder Área de Política CTel

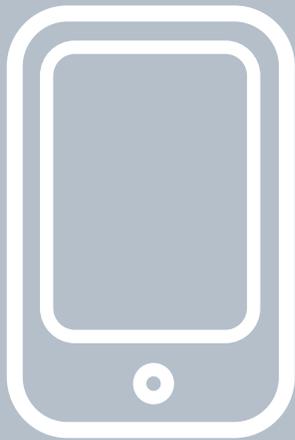
CONTACTO OCYT

Correo: mayure@ocyt.org.co

Área de Política CTel

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 y Diseñadora egresada de la Universidad Nacional de Colombia. Experiencia profesional en el sector privado y público 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. Ha sido docente de la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; coordinó el componente de movilización del Plan Nacional de Lectura y Escritura “Leer es mi Cuento” en el Ministerio Nacional de Educación.

Actualmente es Líder de Política CTel y Relaciones Internacionales del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, donde es responsable de liderar los proyectos relacionados con el análisis, acompañamiento, evaluación o desarrollo de insumos y formulación de recomendaciones para instrumentos de política pública de ciencia, tecnología e innovación. Durante el último año lideró el proyecto de acompañamiento para la Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos de la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá para la formulación e implementación del enfoque educativo STEM en los colegios públicos de la ciudad.

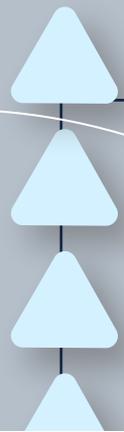


Capítulo 09

Hacia la transformación digital del OCyT

Autores

Julián Mauricio Alvarado
Efrén Romero Riaño
Juan Fernando Corredor



“La generación de éstas nuevas narrativas basadas en datos, obliga a ser responsables en el crecimiento sistemático e incremental del grafo del conocimiento.”

Hacia la transformación digital del OCyT

Autores: Julián Mauricio Alvarado, Efrén Romero Riaño y Juan Fernando Corredor

1. La transformación digital es imperiosa en la nueva realidad de las organizaciones

Los efectos económicos y sociales derivados de la digitalización, el uso de las tecnologías digitales y los datos para el desarrollo de nuevos productos y servicios son tres referencias específicas cuando se habla de transformación digital. En la actualidad, las organizaciones han sido impulsadas a mejorar su resiliencia en el contexto de la crisis mundial de salud pública generada por el COVID-19. Un componente fundamental de esta resiliencia es la adopción de capacidades e implementación de nuevas infraestructuras tecnológicas para la transformación digital.

En este contexto, durante el año 2020 en el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT, se han gestado iniciativas que van en ruta con las capacidades para innovar y aprender, revirtiendo a través de sus diferentes niveles de servicio al nuevo conocimiento

alrededor de su propósito misional. En este capítulo se aborda la trayectoria seguida dentro del proceso de Transformación Digital del OCyT

En primer término, abordamos algunos conceptos clave:

La digitalización

En el OCYT ha sido imperioso en este último año la conversión desde datos y procesos análogos, hacia formatos que puedan ser entendidos y manipulados por máquinas. La digitalización de la información incluyó procesos de limpieza, integración semántica, normalización; así como la inclusión de nuevas fuentes de datos:

- La integración de fuentes de Instituciones de Educación Superior (IES), donde convergen el Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) cuya fuente es el Ministerio de Educación (MinEducación) e InstituLAC siendo el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) la fuente.
- La gestión integrada de fuentes bibliométricas como Scopus, WOS, Scielo y Redalyc, implicando el procesamiento semántico mediante técnicas de inteligencia artificial, usando diferentes “llaves” como el código del recurso científico, o el título de recurso o el DOI (identificador de objeto digital, por sus siglas en inglés object identifier y abreviado DOI) con el fin de contar con una validación de similitud para la desambiguación por posibles duplicados.
- Generación del concepto de Unidad de Ciencia Tecnología e Innovación (UCTI), para soportar la integración de bases de datos como SNIES, Plataforma Scienti, afiliaciones de autores en bases de datos bibliométricas y las entidades a las que se les asigna una patente.

- Inclusión de fuentes de información de tipo “acceso abierto” en bibliometría, tales como Redalyc, Open Academic Graph, Google Patents y Lens, las cuales se han venido desarrollando de manera integrada en el grafo de la base de datos del OCyT.

Todo lo anterior, solo ha sido posible con la aplicación optimizada de nuevas tecnologías digitales, que permiten convertir cada vez más datos y procesos a estos formatos integrados, permitiendo explotar la utilidad en nuevos datos y servicios de diseminación.

La estrategia de digitalización del Observatorio tiene una triada tecnológica consistente en:

- 1.** Soluciones de software libre
- 2.** Servicios de computación en la nube
- 3.** Software propietario para la diseminación visual de información

Como resultados tangibles del proceso de digitalización, se originaron una serie de capacidades para la innovación o la creación de nuevos modos de hacer las cosas en distintos aspectos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología las cuales pueden ser consultadas en la página web del observatorio www.ocyt.org.co:

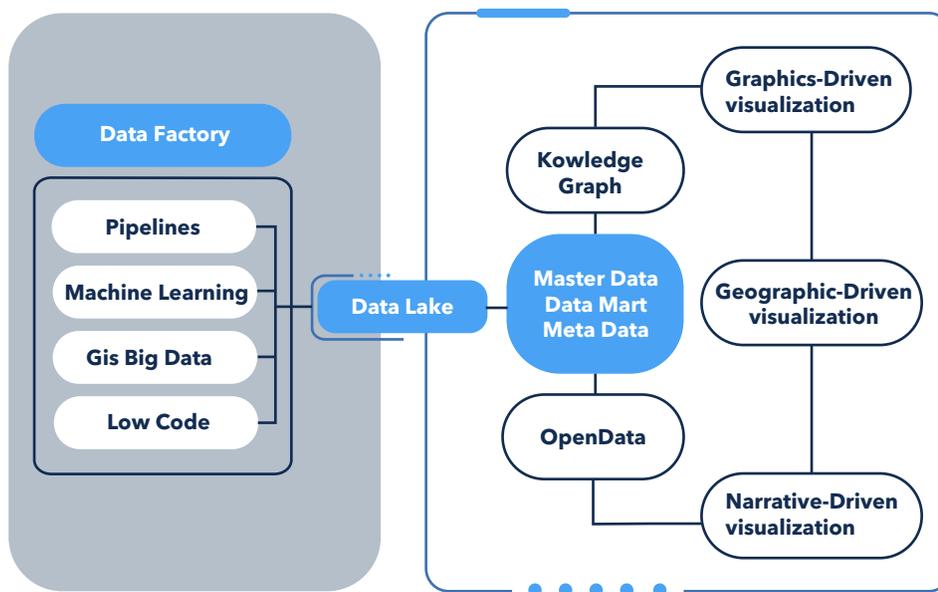
- El OCyT ofrece a las IES, la plataforma Sapiencia, solución de consulta, análisis y descarga de todo el acervo de información disponible de manera integrada en nuestro grafo de información cuyas fuentes son: Scienti, SNIES, Scopus, Scielo, Web Of Science, Redalyc, Open Academic Graph.
- El Atlas de Conocimiento - Colombia, como una herramienta para avanzar en la comprensión de la compleja red de interrelaciones y conocimiento de la producción científica a través del tiempo, cuya fuente es Open Academic Graph para su primera fase.

Lo experimentado en el último año, nos permite acompañar con la certeza que nos da la experiencia, que la transformación digital es un fenómeno que está cambiando la sociedad y es uno de los principales motores de la cuarta revolución industrial (4RI).

2. La fábrica de datos del OCyT, nuestro enfoque de implementación:

La transformación digital del OCyT se fundamenta en una sólida arquitectura de datos que se ha denominado: Fábrica de datos "Data Factory", concepto que reúne los diferentes componentes de la solución implementada. Sobre ella se ha construido la gestión de los datos, la cual se ilustra en la Figura 1.

Figura 1. Entidades y relaciones de la arquitectura de la fábrica de datos del OCyT



Fuente: OCyT

El modelo de arquitectura de la Figura 1 está dividido en dos partes, la primera comprende cuatro fuentes de la información que se obtiene a través de diferentes métodos (parte izquierda de la figura):

- **Pipelines:** Son procedimientos automatizados que permiten obtener información de la fuente y agregarla directamente a la data lake, al ser automatizado permite que la información se mantenga actualizada.
- **Machine Learning:** Permiten obtener información a través del procesamiento de datos aplicando modelos predictivos, matemáticos y estadísticos.
- **Low Code:** Aplicaciones de captura de encuestas a través de varios enfoques lowcode, a través de dispositivos móviles o desarrollo específico para web.
- **GIS Big Data:** Georreferenciación de los datos de las fuentes.

La segunda parte del modelo comprende la información ya procesada (parte derecha de la figura) y contiene los siguientes artefactos:

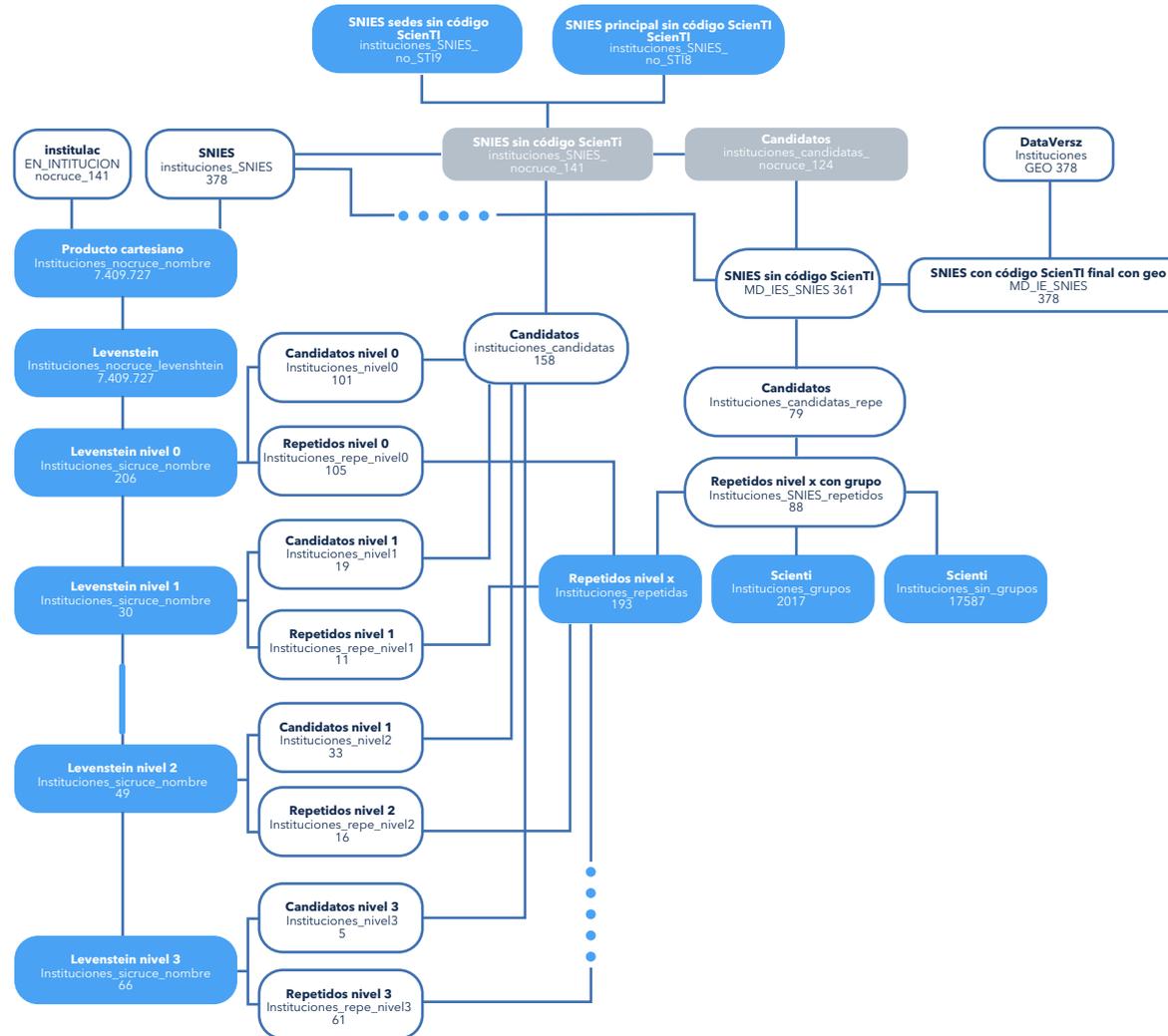
- **Master Data - Data Mart - Meta Data:** Son conjuntos de datos ya procesados e integrados, que contienen información limpia de acuerdo a los requerimientos del negocio.
- **Knowledge Graph:** Grafo que permite visualizar las relaciones que existen en los Master Data - Data Mart tanto a nivel de variables como en los conjuntos de datos.
- **Graphics-Driven visualization:** Comprende los diferentes tipos de visualización, para los datos alfanuméricos generados en los Master Data - Data Mart a través de tableros de visualización de datos.
- **Geographic-Driven visualization:** Comprende los diferentes tipos de visualización (mapas), para los datos geográficos generados en los Master Data - Data Mart a través de tableros en diferentes herramientas de visualización de datos.

- **Narrative-Driven visualization:** Comprende la generación de informes centrados en narrativas los cuales tienen soporte en killer facts (estadísticas impactantes y memorables, que acaparan titulares y hacen inolvidable un informe).

El componente central del diagrama es el DataLake cuya función es articuladora entre las dos partes de la arquitectura. Este componente es un repositorio donde se almacenan todos los datos crudos sin procesar (raw data). La importancia del DataLake radica en que en este tipo de repositorio se conservan todos los datos, no se elimina ni se filtra ninguno antes del procesamiento y dentro del Data Lake se almacenan conjuntos de datos de múltiples fuentes en diferentes formatos.

A nivel metodológico el enfoque de la contabilidad de datos se aplica para la construcción del almacén de datos, detallando los resultados de las integraciones de datos en términos de omisiones o comisiones en las cifras de control. De esta forma, se materializan las operaciones sobre los datos asegurando que los procesos son replicables en cualquier momento obteniendo los mismos resultados por diferentes personas. A continuación, se muestra en la Figura 2 el enfoque aplicado a la construcción del máster data de las IES:

Figura 2. Estructura del Master Data de las IES



Fuente: OCyT

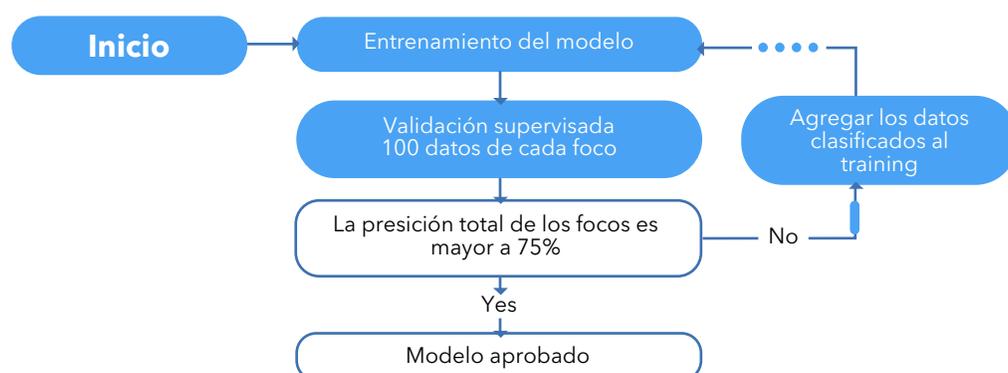
En la Figura 2, cada entidad representada en una caja se encuentra etiquetada "texto delimitado por << >>". Los textos en negrita corresponden al nombre de la tabla materializada en el almacén de datos y los números que acompañan los textos, son las cantidades de registros.

Dentro del enfoque de fábrica de datos, se han realizado algunos modelos para el enriquecimiento de la información los cuales han sido relevantes para el proceso de ingeniería de datos. A continuación, se explican algunos de estos casos:

Modelo de clasificación: Focos de la Misión de Sabios.

Se clasificó cada recurso científico mediante un algoritmo de análisis semántico con su respectivo foco temático de la Misión de Sabios. El umbral del porcentaje de precisión del modelo de clasificación utilizado fue valores superiores al 75%, esta clasificación incluyó un análisis de lenguaje natural y el uso del modelo Support Vector Machine Radial (SVMR), de acuerdo con la Figura 3:

Figura 3. Flujo del modelo de clasificación de Misión de Sabios



Fuente: OCyT

Como resultado de la aplicación del modelo, se generaron los resultados de la Tabla 1.

Tabla 1. Precisión de clasificación de los focos temáticos de Misión de Sabios

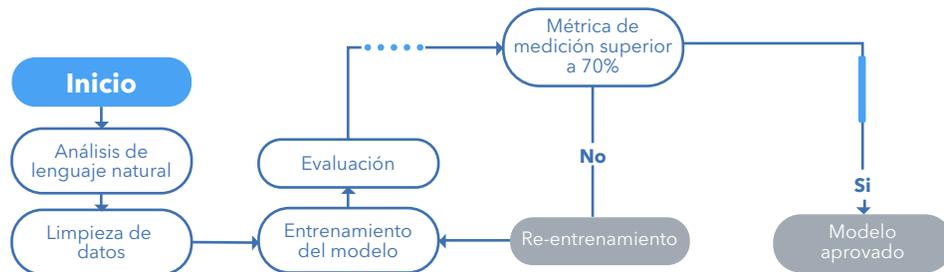
Focos temáticos de Misión de Sabios	F1 Score
FOCO 1: Tecnologías convergentes (nano, info y cognotecnología) industria 4.0.	0,8108
FOCO 2: Industrias culturales y creativas.	0,9091
FOCO 3: Energía sostenible.	0,9545
FOCO 4: Biotecnología, medio ambiente y bioeconomía.	0,8649
FOCO 5: Océanos y recursos hidrobiológicos.	0,8889
FOCO 6: Ciencias sociales y desarrollo humano con equidad.	0,7423
FOCO 7: Ciencias de la vida y de la salud.	0,8444
FOCO 8: Ciencias básicas y del espacio.	0,6667
RESULTADO DE PREDICCIÓN DEL FOCO PREDILECTO	0,8352

Fuente: OCyT

Modelo de clasificación: Áreas de investigación de los grupos de investigación.

Este proyecto consistió en clasificar cada grupo de investigación según el estándar de las 6 grandes áreas de investigación OCDE. Para este objetivo, se realizó un análisis de lenguaje natural y posteriormente se usó un modelo de clasificación logística, de acuerdo con la Figura 4

Figura 4. Flujo del modelo de clasificación de los grupos de investigación por áreas de investigación



Fuente: OCyT

Como resultado de la aplicación del modelo logístico, se generaron los resultados de la Tabla 2.

Tabla 2. Precisión de la clasificación de las áreas de los grupos de investigación

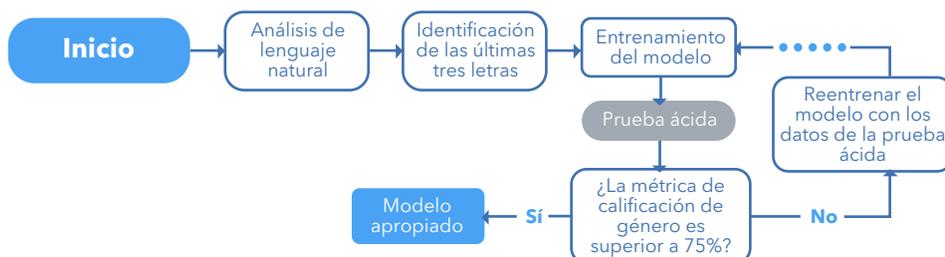
Área de conocimiento	F1 Score
AREA 1: Humanidades.	0,9167
AREA 2: Ciencias sociales.	0,7017
AREA 3: Ciencias naturales.	0,6573
AREA 4: Ciencias agrícolas.	0,7200
AREA 5: Ingeniería y tecnología.	0,6968
AREA 6: Ciencias médicas y de la salud.	0,7560
RESULTADO DE PREDICCIÓN DEL FOCO PREDILECTO	0,7392

Fuente: OCyT

Modelo de clasificación: Género de investigadores.

El objetivo es clasificar cada investigador dependiendo su sexo. Para lograr este objetivo se realizó un análisis en el que se identifican las últimas 3 letras de los nombres de los investigadores y posteriormente se realiza una clasificación logística (ver Figura 5):

Figura 5. Flujo del modelo de clasificación del sexo de los investigadores



Fuente: OCyT

Como resultado de la aplicación del modelo logístico, se generaron los resultados de la Tabla 3.

Tabla 3. Precisión de la identificación de clases asociadas con sexo de los investigadores

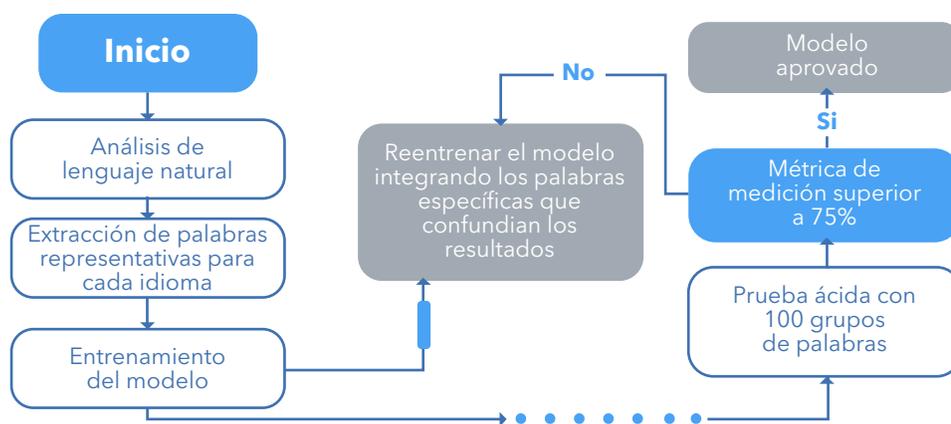
Clase positivo	M
Clase Negativa	F
Precisión	0,9781
Recall	0,9892
Exactitud	0,9782
Puntuación F1	0,9836

Fuente: OCyT

Modelo de clasificación: Idioma de las palabras claves.

El objetivo planteado fue clasificar las palabras claves de los textos según su idioma. Este se logró realizando un análisis de lenguaje natural y se identificó cuáles son las características propias de cada idioma, después se crea un modelo de clasificación logística, como se muestra en la Figura 6:

Figura 6. Flujo del modelo de clasificación del idioma de las palabras clave



Fuente: OCyT

Como resultado de la aplicación del modelo logístico, se generaron los resultados de la Tabla 4.

Tabla 4. Precisión de la identificación de clases asociadas con el idioma de las palabras clave de los documentos

Idioma	F1 Score
Inglés	0,9619
Español	0,9619
Portugues	1.000
Resultado de predicción de lenguaje predilecto	0,9746

Fuente: OCyT

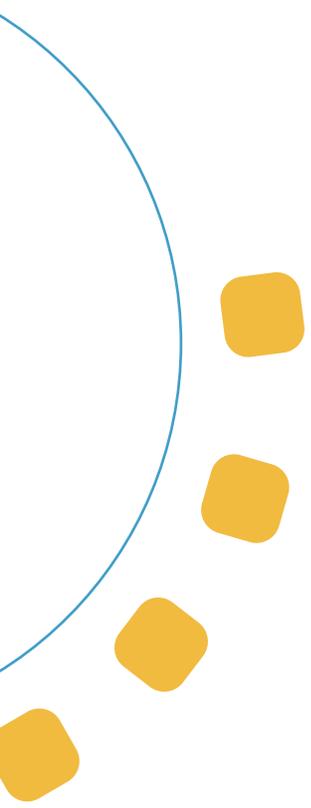
A manera de conclusion...

Este capítulo tiene como objetivo mostrar las trayectorias del proceso de transformación digital del Observatorio Colombiano de Ciencia (OCyT) y Tecnología desde la perspectiva de las capacidades para transformar los datos en información dentro de la fábrica de datos.

Esta trayectoria de transformación sigue un flujo desde la digitalización de los datos hasta la generación de servicios analíticos dentro de la fábrica de datos. La digitalización de los datos del OCyT es de un alto impacto, en cuanto se abandonó el esquema de datos y procesos análogos y se consolidó un formato que puede ser entendido, consultado y procesado por máquinas, incluyendo análisis y visualización para aumentar la usabilidad de la información.

La transformación digital se fundamenta en la arquitectura de datos diseñada para la consulta y visualización de datos previamente calculados, los modelos de clasificación de aprendizaje automático usados para la determinación de clases y clasificación de las características de

los registros del master data, permiten en la actualidad al OCyT ofrecer a los actores del sistema nacional de ciencia y tecnología, la posibilidad de acceder de manera abierta a las fuentes de datos homologadas y depuradas para la generación de soluciones a medida.



Nota metodológica

Este capítulo presenta el proceso de Transformación Digital que el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) adoptó durante el último año, la integración y adopción de nuevas tecnologías dentro de la organización buscó cambiar la forma de funcionar, en gran parte por la emergencia sanitaria generada por el COVID-19. Esta transformación siempre está buscando optimizar los procesos, mejorar la usabilidad y ofrecer un nuevo valor agregado a los diferentes usuarios. Procesos de integración de múltiples fuentes como Scopus, WOS, Scielo, Redalyc, Open Academic Graph, la utilización de técnicas de Inteligencia Artificial para identificación de productos de investigación únicos, articulación con el DOI (identificador de objeto digital, por sus siglas en inglésl object identifier y abreviado DOI) y la generación del concepto Unidad de Ciencia Tecnología e Innovación - UCTI) este último para poder integrar bases de datos como SNIES y la Plataforma Scienti, permitieron la implementación de la plataforma Sapiencia (<https://sapiencia.ocyt.org.co/>), solución de

consulta, análisis y descarga orientada a la analítica del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

} A su vez, la entidad desarrolló otras plataformas de consulta libre como El Atlas de Conocimiento - Colombia - fase 1 (<https://atlasdelconocimiento.ocyt.org.co/>), herramienta para avanzar en la comprensión de la compleja red de interrelaciones y conocimiento de la producción científica a través del tiempo, cuya fuente es Open Academic Graph, y el Portal de Datos <https://portal.ocyt.org.co/>, plataforma digital abierta en donde se almacenan, descargan y visualizan datos sobre el último informe de indicadores de CTel, buscando mejorar la experiencia de usuario y su relación con la entidad.

Es una apuesta que hace la entidad hacia el futuro, buscando nuevas oportunidades gracias al análisis de datos y proyectos que aprovechen todo el potencial que brinda la digitalización.

REFERENCIAS

[1] "la utopía está en el horizonte. Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. Entonces, ¿para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar".

[2] ORCID proporciona un identificador digital persistente (un ORCID iD) que el usuario posee y controla, y que lo distingue de cualquier otro investigador.

[3] El DOI (digital object identifier) es el indicador más usado hoy en día para identificar los artículos científicos electrónicos, revistas completas, partes de artículos, audios, vídeos, imágenes e incluso software.



Julián Mauricio Alvarado

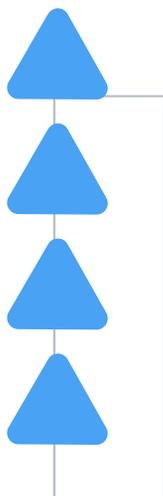
Consultor Externo GLocation

CONTACTO OCyT

Correo: : jalvarado@ocyt.org.co

Especialista en Ingeniería de los Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Antonio Nariño e Ingeniero Topográfico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ha liderado proyectos de tecnología durante los últimos 10 años en el sector gobierno y el sector privado, recientemente ha desarrollado la Spin Off de economía naranja Glocation que tiene por objetivo prestar servicios de implementación de fábricas de datos basados en nube. Es un entusiasta de la cuarta revolución industrial, tiene preferencia por las plataformas abiertas, el software libre, el low-code y el machine learning, los cuales imprime en los diferentes proyectos que lidera.

En el observatorio viene liderando el proceso de transformación digital a través de la construcción del grafo de conocimiento en CTel, con la integración de importantes volúmenes de información de producción científica, patentes, inversión, recurso humano y revistas científicas cuyas fuentes son Nacionales e Internacionales.





Efrén Romero Riaño

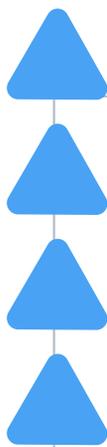
Líder de Área de Bibliometría

CONTACTO OCyT

Correo: eromero@ocyt.org.co

Área de Bibliometría

Estudiante de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Magister y pregrado en Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Profesor e investigador de las áreas de Gestión de la Tecnología, Innovación, Bibliometría y Análisis de redes Sociales. Líder de Bibliometría del OCyT.





Juan Fernando Corredor

Líder Área de Gestión de la información

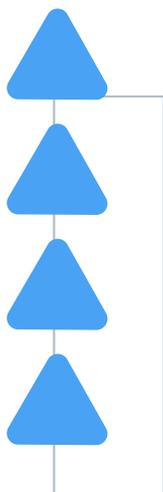
CONTACTO OCyT

Correo: jcorredor@ocyt.org.co

Área de gestión de la Información

Especialista en Seguridad de Redes Telemáticas y profesional en Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque de Colombia, actualmente adelanta estudios de especialización en Seguridad de la Información. Además, cuenta con las siguientes certificaciones, auditor SGSI ISO 27001, Microsoft Azure Administrator AZ-104 y AZ-900, Network Security Expert NSE4, SFPC e ITILv4.

Tiene experiencia en definición de proyectos de TI, generación e implementación de estrategias para el control del riesgo en procesos de tecnología y desarrollo de procesos de innovación tecnológica. En la actualidad es Líder del Área de Gestión de la Información en el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, encargado de administrar y gestionar los sistemas de información e infraestructura tecnológica, procurando el uso óptimo de los recursos, buscando la integración y optimización de las capacidades de la institución mediante el uso de tecnologías de información.





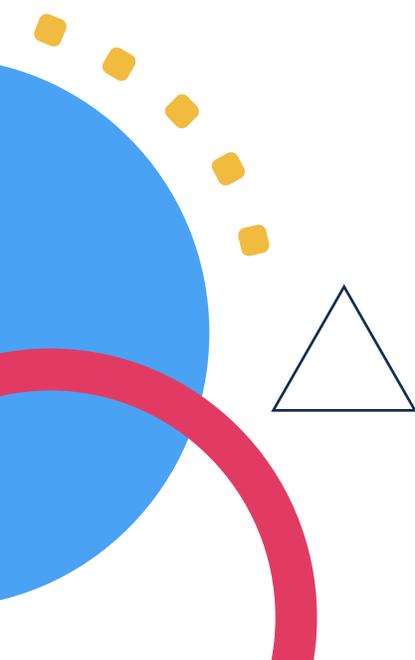
Glosario y abreviaturas





Abreviaturas

- **AA:** Acceso Abierto
- **ACTI:** Actividades de ciencia, tecnología e innovación.
- **ARS:** Análisis de Redes Sociales
- **ASCTel:** Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.
- **BB:** Bibliometría
- **CINE:** Clasificación internacional normalizada de la educación por la UNESCO.
- **CODECTI:** Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación
- **COLFUTURO:** Fundación para el Futuro de Colombia.
- **COVID-19:** Abreviatura de la enfermedad causada por virus de la familia corona en el 2019.
- **CTel:** Ciencia, Tecnología e Innovación.
- **CvLAC:** Curriculum vitae Latinoamericano y del Caribe.



- **DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- **DNP:** Departamento Nacional de Planeación.
- **DSI:** Desempeño de Sistemas de Innovación
- **ECOPETROL:** Empresa Colombiana de Petróleos.
- **EDA:** Estado del arte
- **EDIT:** Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica para el sector de manufactura.
- **EDITS:** Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica para el sector servicios.
- **Eurostat:** Oficina Europea de Estadística.
- **FCTel:** Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- **GII:** Índice Global de Innovación.
- **ICETEX:** Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior.
- **ICONTEC:** Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- **IDIC:** Índice Departamental de Innovación para Colombia.
- **IES:** Instituciones de educación superior.
- **IPSFL:** Instituciones privadas sin fines de lucro.
- **JCR:** Journal Citation Report
- **MAC:** Mapa de los actores clave.
- **MEN:** Ministerio de Educación Nacional.
- **MinCiencias:** Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- **NBC:** Núcleo Básico del Conocimiento.

- **OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- **OCyT:** Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- **OLE:** Observatorio Laboral para la Educación.
- **OMPI:** Organización Mundial de Propiedad Intelectual.
- **ONG:** Organización No Gubernamental.
- **PAED:** Planes y acuerdos estratégicos departamentales en ciencia, tecnología e innovación CTel.
- **PDD:** Planes de Desarrollo Departamentales.
- **PDEA:** Planes de Extensión Agropecuaria.
- **PEDET:** Planes de Desarrollo Territorial.
- **PIB:** Producto Interno Bruto.
- **PNCyT:** Programa Nacional de Ciencia y Tecnología.
- **PTS:** Planes Territoriales de Salud.
- **RICYT:** Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana.
- **SCIENTI:** Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- **SENA:** Servicio Nacional de Aprendizaje.
- **SGR:** Sistema General de Regalías.
- **SI:** Sistemas de Innovación.
- **SIA:** Sistema de Innovación Agrícola
- **SIC:** Superintendencia de Industria y Comercio.
- **SIG:** Sistema de Innovación Global
- **SIN:** Sistema de Innovación Nacional.

- **SIR:** Sistema de Innovación Regional
- **SIS:** Sistema de Innovación Sectorial
- **SMMLV:** Salarios mínimos mensuales locales vigentes.
- **SNCTel:** Sistema Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación.
- **SNCTI:** Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación.
- **UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- **WoS:** Web of Science.

Glosario

- **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, 2020).
- **Actividades de Ciencia y Tecnología e Innovación -ACTI:** 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.
- **Actividades de I+D externas conducentes a la innovación:** adquisición o financiación de actividades de I+D internas conducentes a la innovación, pero realizadas por otras organizaciones públicas o privadas (incluye organismos de investigación) (DANE, 2020).
- **Actividades de I+D internas conducentes a la innovación:** trabajos de creación sistemáticos llevados

- a cabo dentro de la empresa con el fin de aumentar el volumen de conocimientos y su utilización para idear y validar servicios, bienes o procesos nuevos o mejorados (DANE, 2020).
- **Actividades de innovación:** definición tomada del manual de Oslo “Una innovación como 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 practicas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”. Esta definición está ligada a la innovación en el sector empresarial.
- **Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica:** actividad mediante la cual la institución brinda a su personal una formación de alto nivel, con miras a alcanzar sus objetivos y finalidades. Para esta encuesta se tendrá en cuenta la educación formal a nivel de maestría y doctorado, así como la formación permanente de científicos e ingenieros (postdoctorados y cursos de entrenamiento especializados). También se incluyen las especialidades médico-quirúrgicas.
- **Apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación:** proceso intencionado de comprensión e

- intervención en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, que tiene como objetivo ampliar las dinámicas de generación, circulación y uso del conocimiento científico-tecnológico, y propiciar las sinergias entre sectores académicos, productivos, estatales, incluyendo activamente a las comunidades y grupos de interés de la sociedad civil.
- **Base de datos bibliográfica:** base de datos bibliográfica contiene registros bibliográficos.
- **Cienciometría espacial:** estudios científicos cuantitativos que abordan explícitamente los aspectos espaciales de las actividades de investigación científica.
- **Citación:** medida de la frecuencia con que un documento es incluido en el listado de referencias dentro de un área de investigación. Se entiende por citación directa como la "citación de documentos anteriores por un nuevo documento".

- **Clasificación de Niza:** clasificación internacional de productos y servicios que se aplica al registro de marcas. Cada cinco años se publica una nueva edición y, desde 2013, cada año se publica una nueva versión de cada edición. Consta de una lista de 34 clases y una lista alfabética de productos, adoptada en el marco del Arreglo de Niza y posteriormente ampliada para abarcar once clases de servicios y una lista alfabética de esos servicios (OMPI, 2021).
- **Clusters:** grupo de nodos similares
- **Coautoría internacional:** participación de uno o más autores con origen de su afiliación institucional de países diferentes a Colombia.
- **Coautoría nacional:** participación de dos o más autores cuyo origen de afiliación institucional es Colombia.
- **Coautoría:** la autoría puede ser atribuida en dos categorías: persona(s) o grupo. Las personas que contribuyen de forma significativa en la generación de un artículo científico son consideradas autor, autores o coautores. Un autor colectivo (a veces llamado autor corporativo) es una organización o institución a la que la publicación de origen atribuye. Cuando dos o más autores se encuentran listados en un artículo, se considera que es altamente probable que hayan colaborado en diversas formas.

- **Cooperación:** 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, 2020).
- **Derecho de autor:** se utiliza para describir los derechos de los creadores sobre sus obras literarias y artísticas. Las obras que se prestan a la protección por derecho de autor van desde los libros, la música, la pintura, la escultura y las películas hasta los programas informáticos, las bases de datos, los anuncios publicitarios, los mapas y los dibujos técnicos (OMPI, 2021).
- **Diseño industrial:** es la forma externa bidimensional o tridimensional de un producto que le otorga una apariencia particular este. Mediante el registro de diseño industrial se protege únicamente la forma de los productos, es decir el aspecto estético de cualquier objeto, ya sea bidimensional, como los impresos que se aplican a productos (grabado o dibujos sobre una servilleta) o el desarrollo para el pliegue de una caja, o tridimensional, es decir, cualquier producto que ocupa un lugar en el espacio

en las tres dimensiones: ancho, alto y profundo (x, y, z) (SIC, 2021).

- **Entidad ejecutora ante el Fondo CTel -SGR:** entidad ejecutora es la que ante el FCTel administra los recursos, ésta debe ser siempre una entidad pública por ejemplo la gobernación.
- **Entidad ejecutora para OCyT:** ejecuta efectivamente los montos del proyecto por cada vigencia anual. Teniendo en cuenta como ejecución los pagos realizados a las entidades contratadas en cada proyecto.
- **Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación -FCTel SGR:** tiene como objetivo incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y de competitividad de las regiones, mediante proyectos que contribuyan a la producción, uso, integración y apropiación del conocimiento en el aparato productivo y en la sociedad en general, incluidos proyectos relacionados con biotecnología y tecnologías de la información y las comunicaciones contribuyendo al progreso social, al dinamismo económico, al crecimiento sostenible y una mayor prosperidad para toda la población. (Art. 29, Ley 1530 de 2012).
- **Fuentes de ideas para la innovación:** depende en parte de la diversidad y estructura de las relaciones que la empresa 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. Dichas relaciones pueden existir tanto con fuentes internas a la empresa como con fuentes externas a la empresa (DANE, 2020).

- **Generación de nuevo conocimiento:** desarrollo de tecnologías (duras y blandas) en distintos ámbitos y sectores de la sociedad, que contribuyan a solucionar problemas y mejorar la calidad de vida de una región.
- **Investigación y desarrollo experimental -I+D:** 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.
- **Lemas comerciales:** signo distintivo consistente en una palabra, frase o leyenda que se utiliza como complemento de una marca para reforzar su recordación. Es lo que se conoce comúnmente como slogan (SIC, 2021).
- **Marca:** signo que permite diferenciar los productos o servicios de una empresa de los de otra. Las marcas son derechos de propiedad intelectual (PI) protegidos (OMPI, 2021).

- **Modelo triple hélice:** constructo analítico que sintetiza las características clave de interacción de los actores, de acuerdo con tres sectores a los que pertenecen (academia, productivo, estado), en el marco del sistema de innovación (Ranga & Etzkowitz, 2013).
- **Metadatos bibliográficos:** registro bibliográfico contiene metadatos bibliométricos que resumen información de un documento científico. Por ejemplo: número de coautores, fecha de publicación, palabras clave. Hay metadatos libres como Crossref Y Dimensions y metadatos protegidos por derechos de autor (Scopus, WoS).
- **Objetivo socioeconómico:** clasificación que permite clasificar la I + D de acuerdo con el propósito o resultado de la I + D; tiene en cuenta el fin último de las actividades I+D y son 14: exploración y explotación del medio terrestre, medioambiente, exploración y explotación del espacio, transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras, energía, producción y tecnología industrial; salud, agricultura, educación; cultura, ocio, religión y medios de comunicación; sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos; avance general del conocimiento; otra investigación civil; defensa.
- **Grado de innovación:** se establece de acuerdo a

cuatro categorías que agrupan las empresas de acuerdo con el avance alcanzado en términos de resultados de innovación (DANE, 2020):

- **Innovadoras en sentido estricto:** entendidas como aquellas empresas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional.
- **Innovadoras en sentido amplio:** empresas 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.
- **Potencialmente innovadoras:** empresas que no habían obtenido ninguna innovación; pero que reportan tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación, ya fuera para la obtención de un producto nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional, para el mercado nacional, o para la empresa; o para la obtención de un proceso productivo para la línea de producción principal o para las líneas complementarias, o de una técnica organizacional o de comercialización nueva.

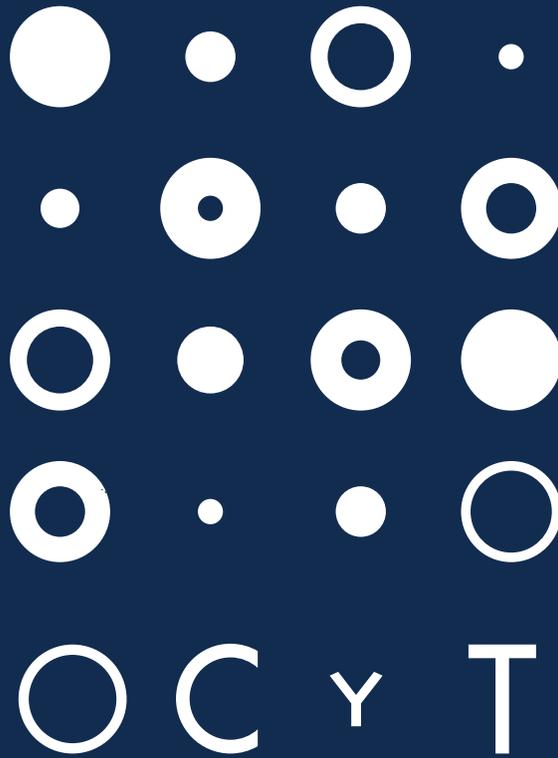
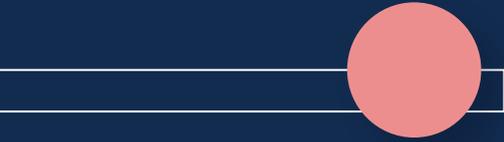
- **No innovadoras:** empresas que no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso, o haber abandonado, algún proyecto para la obtención de innovaciones.
- **Innovación:** producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos 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).
- **Indicador:** representación cuantitativa de un concepto.
- **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, 2020).
- **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, 2021).

- **Propiedad industrial:** derecho que adquiere una persona natural o jurídica sobre una nueva creación o un signo distintivo (SIC, 2021).
- **Protocolo de Madrid:** sistema internacional que permite proteger una marca en gran número de países mediante la obtención de un registro internacional que surte efecto en cada una de las partes contratantes que se hayan designado (OMPI, 2021).
- **Patente:** 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, 2021). Las invenciones se pueden proteger a través de patentes de invención y patentes de modelo de utilidad (SIC, 2021).
- **Patente de invención:** derecho otorgado a las invenciones que cumple con los criterios de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial (SIC, 2021).
- **Patente de modelo de utilidad:** derecho otorgado a las invenciones que cumple con los criterios de novedad y aplicación industrial (SIC, 2021).

- **Relacionamiento para la innovación:** incluyen el intercambio de información acerca de políticas, estrategias, programas o metodologías; la transferencia de conocimiento y de tecnología, asesoría, acompañamiento o financiación; la subcontratación de servicios o trabajos; participación conjunta en procesos de concertación, divulgación o debates acerca del estado de la ciencia, tecnología e innovación; todas ellas orientadas a actividades condicentes a la innovación (DANE, 2020).
- **Sistema de innovación:** conjunto de componentes, relaciones y funciones que propenden por el desarrollo de la innovación (Ranga & Etzkowitz, 2013).
- **Sistema de ciencia:** conjunto de actores vinculados dentro de redes de producción de documentos de nuevo conocimiento de un territorio o un sector económico.
- **Servicios científicos y tecnológicos:** actividades relacionadas con la Investigación y Desarrollo (I+D) que contribuyen a la producción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos, para Colombia se divide en 7 categorías: recolección de datos con fines científicos, servicios de información, estudios para la planeación y formulación de políticas, estudios de factibilidad o viabilidad, administración del sistema nacional de propiedad intelectual, ensayos,

normalización, metrología y control de calidad, asistencia técnica y transferencia tecnológica.

- **Sistema General de Regalías (SGR):** por medio del Decreto Ley transitorio 4923-2011, se determina la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios.



OBSERVATORIO COLOMBIANO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Esta publicación fue posible
gracias a la ayuda de los socios
del OCyT y MinCiencias.

