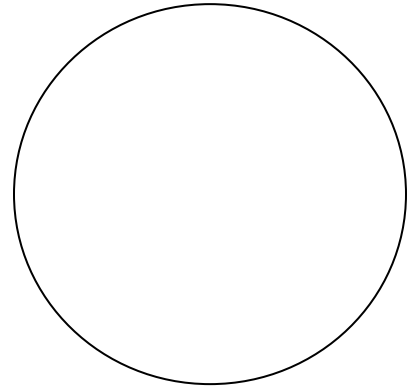


# Documento CONPES

---

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL  
REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN



## POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, E INNOVACIÓN 2022-2031

Departamento Nacional de Planeación  
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación  
Ministerio de Hacienda y Crédito Público  
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
Ministerio del Trabajo  
Ministerio de Educación Nacional  
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones  
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
Ministerio de Salud y Protección Social  
Ministerio de Minas y Energía  
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Ministerio de Cultura  
Ministerio del Interior  
Departamento Administrativo de la Función Pública  
Departamento Administrativo Nacional de Estadística  
Departamento Administrativo para la Prosperidad Social

Borrador<sup>1</sup> 2- 28/09/2021

Bogotá, D.C., fecha de aprobación

---

<sup>1</sup> Esta es una versión borrador del documento que será eventualmente presentado a consideración del CONPES. Su contenido no es definitivo hasta tanto no haya sido aprobado por el CONPES, una vez cursado el debido proceso. Por lo tanto, su contenido no compromete al Gobierno nacional con la implementación de las acciones e inversiones aquí presentadas.

## CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES

**Iván Duque Márquez**  
Presidente de la República

**Marta Lucía Ramírez Blanco**  
Vicepresidenta de la República

**Daniel Palacios Martínez**  
Ministro del Interior

**José Manuel Restrepo Abondano**  
Ministro de Hacienda y Crédito Público

**Diego Andrés Molano Aponte**  
Ministro de Defensa Nacional

**Fernando Ruíz Gómez**  
Ministro de Salud y Protección Social

**Diego Mesa Puyo**  
Ministro de Minas y Energía

**María Victoria Angulo González**  
Ministra de Educación Nacional

**Jonathan Tybalt Malagón González**  
Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio

**Ángela María Orozco Gómez**  
Ministra de Transporte

**Guillermo Antonio Herrera Castaño**  
Ministro del Deporte

**Marta Lucía Ramírez Blanco**  
Ministra de Relaciones Exteriores

**Wilson Ruíz Orejuela**  
Ministro de Justicia y del Derecho

**Rodolfo Enrique Zea Navarro**  
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

**Ángel Custodio Cabrera Báez**  
Ministro del Trabajo

**María Ximena Lombana Villalba**  
Ministra de Comercio, Industria y Turismo

**Carlos Alberto Frasser Arrieta**  
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible (E)

**Carmen Ligia Valderrama Rojas**  
Ministra de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

**Angélica María Mayolo Obregón**  
Ministra de Cultura

**Tito José Crissien Borrero**  
Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación

**Alejandra Carolina Botero Barco**  
Directora General del Departamento Nacional de Planeación

**Daniel Gómez Gaviria**  
Subdirector General Sectorial

**Amparo García Montaña**  
Subdirectora General Territorial

## Resumen ejecutivo

La *Misión internacional de sabios* convocada por el Gobierno Nacional en 2019, estableció las recomendaciones, misiones y áreas estratégicas para dirigir a Colombia hacia una sociedad del conocimiento y contribuir desde la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) a la transformación del modelo de desarrollo de país. Por tanto, es necesario actualizar la política nacional en CTI para impulsar las acciones intersectoriales que establezcan las bases para su despliegue y desarrollo. Este documento presenta la *Política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022 – 2031*, que resulta estratégica para convertir a Colombia en uno de los tres países líderes de América Latina en CTI y lograr en 2031 una inversión del 1% del Producto Interno Bruto (PIB) en investigación y desarrollo (I+D).

A pesar de los esfuerzos previos en CTI en Colombia, el país presenta un rezago respecto a los países de la OCDE y de la región. La inversión en I+D en Colombia es inferior a la de todos los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2021) y el país está en la posición sexta entre países de América Latina en el Índice Global de Innovación (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021). Por lo anterior, el objetivo general de la política es incrementar la contribución de la ciencia, la tecnología y la innovación al desarrollo social, económico, ambiental y sostenible del país con un enfoque diferencial, territorial y participativo para aportarle desde la CTI a los cambios culturales que promuevan una sociedad del conocimiento. Esta política fue diseñada adoptando las recomendaciones de la Misión de Sabios, los documentos de política previos, los marcos de política en CTI propuestos por Schot y Steinmueller (2018), la escalera de capacidades de Cirera y Maloney (2017) y los postulados de la innovación orientada por misiones de Mazzucato (2018).

Esta política plantea acciones para consolidar los sistemas nacionales y regionales de CTI, a través de la dinamización de la producción y transferencia de conocimiento a la sociedad colombiana y el fortalecimiento de los procesos de investigación y creación. La política establece siete ejes estratégicos que son transversales a las misiones y los focos estratégicos de la *Misión internacional de sabios*, los cuales se enfocan en: (i) fomentar el talento y el empleo en CTI; (ii) mejorar la generación de conocimiento; (iii) aumentar la adopción y la transferencia de tecnología; (iv) incrementar la apropiación social del conocimiento; (v) aumentar el uso de las potencialidades regionales, sociales e internacionales; (vi) mejorar la dinamización del Sistema Nacional de CTI (SNCTI), e (vii) incrementar y optimizar la financiación en CTI.

La política se implementará en el periodo 2022 a 2031 y tendrá un valor indicativo de 1.659.511 millones de pesos. Además, su implementación requiere la participación de diferentes entidades como el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Ministerio de

Comercio, Industria y Turismo, el Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Educación Nacional, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, entre otras.

**Clasificación:** O25, 030.

**Palabras clave:** ciencia, tecnología, innovación, investigación, conocimiento.

BORRADOR



## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	12
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN .....	13
2.1. Antecedentes.....	13
2.1.1. Antecedentes Marco de la CTI .....	14
2.1.2. Antecedentes por eje.....	18
Factores dinamizadores del SNCTI.....	23
2.2. Justificación.....	27
3. MARCO CONCEPTUAL.....	29
3.1. Conceptos base.....	29
3.2. Políticas de CTI: <i>Science push</i> y Sistemas Nacionales de Innovación .....	31
3.3. Políticas de CTI: políticas de innovación transformativa y política orientada por misiones .....	33
3.4. Principios y enfoques .....	36
3.5. Conceptualización de la política .....	37
4. DIAGNÓSTICO.....	39
4.1. Insuficiente desarrollo de vocaciones Steam, formación y vinculación de capital humano en CTI.....	40
4.1.1. Bajo desarrollo de vocaciones científicas en la población infantil y juvenil del país .....	40
4.1.2. Déficit de capital humano en CTI.....	41
4.1.3. Baja inserción del capital humano en CTI en el sector productivo.....	42
4.2. Débil entorno habilitante para la generación de conocimiento.....	44
4.2.1. Baja capacidad de generación de conocimiento científico .....	44
4.2.2. Insuficiente desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica.....	46
4.2.3. Débiles capacidades de las Instituciones Generadoras de Conocimiento (IGC) y de las entidades de soporte en su misionalidad .....	47
4.3. Bajo uso del conocimiento .....	48
4.3.1. Bajas capacidades y condiciones para innovar y emprender .....	48
4.3.2. Bajo desarrollo y transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo.....	51

4.3.3.	Rezago en la adopción de tecnologías .....	54
4.4.	Baja apropiación social del conocimiento .....	55
4.4.1.	Baja inclusión, impacto y cultura de CTI.....	55
4.4.2.	Débil comunicación del quehacer científico y de la CTI.....	56
4.5.	Insuficiente uso de las potencialidades regionales, sociales e internacionales en la generación y uso del conocimiento.....	57
4.5.1.	Alta exclusión social en el desarrollo de la CTI.....	57
4.5.2.	Alta heterogeneidad en las capacidades en CTI entre regiones .....	58
4.5.3.	Baja gestión de la cooperación e internacionalización de la CTI .....	60
4.6.	Baja dinamización del SNCTI.....	61
4.6.1.	Débil marco regulatorio y articulación institucional.....	61
4.6.2.	Insuficiente información estratégica para la toma de decisiones.....	62
4.7.	Insuficiencia en el volumen, la eficiencia y la evaluación de la financiación de la CTI .....	63
4.7.1.	Bajo nivel de financiación de la CTI y alrededor de misiones .....	63
4.7.2.	Baja eficiencia y eficacia de los instrumentos de financiación.....	65
4.7.3.	Escaso nivel de monitoreo y evaluación de la financiación en CTI.....	68
5.	DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA.....	69
5.1.	Objetivo general .....	69
5.2.	Objetivos específicos .....	69
5.3.	Plan de acción .....	70
5.3.1.	(OE1) Incrementar las vocaciones científicas en la población infantil y juvenil, vocaciones, la formación en CTI y la vinculación del capital humano relacionado en el mercado laboral para cerrar las brechas de talento, fortalecer el capital humano en CTI del país y aumentar la inserción y la demanda de doctores en el sector productivo. Fomentar las vocaciones, la formación y el empleo cualificado en CTI. ....	70
5.3.2.	(OE2) Mejorar la capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico, la infraestructura científica y tecnológica y las capacidades de las IGC y de las entidades de soporte para aumentar la calidad e impacto del conocimiento en la sociedad.....	73

5.3.3.	(OE3) Mejorar las capacidades y condiciones para innovar y emprender, la transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo y la sociedad en general y las condiciones para favorecer la adopción de tecnologías para incrementar los niveles de innovación y productividad del país.....	75
5.3.4.	(OE4) Fortalecer los procesos de inclusión, impacto y cultura de CTI y la comunicación pública del quehacer científico y de la CTI para para lograr un cambio cultural en la sociedad colombiana a través de la valoración y apropiación social del conocimiento. ....	77
5.3.5.	(OE5) Aumentar la inclusión social en el desarrollo de la CTI, las capacidades regionales en CTI y la cooperación a nivel regional e internacional para consolidar los sistemas regionales de innovación. ....	79
5.3.6.	(OE6) Mejorar la articulación institucional, el marco regulatorio y la capacidad de inteligencia e información estratégica en CTI para mejorar la dinamización, gobernanza y relacionamiento de actores del SNCTI. ....	81
5.3.7.	(OE 7) Incrementar la financiación de la CTI, mejorar su eficiencia y eficacia y su monitoreo y evaluación para alcanzar los niveles de inversión de los países de la OCDE y optimizar su gasto.....	84
5.4.	Seguimiento .....	86
5.5.	Financiamiento.....	87
6.	RECOMENDACIONES.....	90
	GLOSARIO.....	97
	ANEXOS .....	99
	Anexo A. Plan de Acción y Seguimiento (PAS).....	99
	BIBLIOGRAFÍA .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Retos y misiones para 2030 .....	16
Tabla 2. Áreas estratégicas del Conocimiento .....	16
Tabla 3. Cronograma de seguimiento.....	87
Tabla 4. Financiamiento indicativo de la política por objetivo .....	87
Tabla 5. Financiamiento indicativo de la política por entidad.....	88

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de matriculados en programas universitarios en áreas de matemáticas, ciencias y estadística sobre el total de matriculados en 2017 .....	40
Gráfico 2. Investigadores por sector de vinculación, 2017 .....	43
Gráfico 3. Porcentaje de países superados por Colombia en el GII 2013 - 2020.....	49
Gráfico 4. Desempeño de Colombia en el Índice Global de Emprendimiento.....	51
Gráfico 5. Colaboración universidad-empresa 2014-2020.....	52
Gráfico 6. Asignación porcentual de recursos destinados a validación de conceptos o validación de prototipos en el marco de la CTI 2010-2018 .....	53
Gráfico 7. Penetración de tecnologías avanzadas en empresas colombianas en 2017 ....	55
Gráfico 8. Inversión histórica en ACTI e I+D, 2019-2022 .....	64
Gráfico 9. Presupuesto para CTI en entidades del orden nacional, según tipología de instrumento .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del SNCTI.....	24
Figura 2. Articulación del SNCTI con otros sistemas nacionales.....	25
Figura 3. Relación entre ciencia, tecnología e innovación.....	31
Figura 4. Resumen de los marcos de política .....	36
Figura 5. Conceptualización de la presente política de CTI... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 6. Resultados IDIC 2020 .....	59

## SIGLAS Y ABREVIACIONES

AAD	Mesa de Artes, Arquitectura y Diseño
ACFA	Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura
Acofacien	Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias
Acofartes	Asociación Colombiana de Facultades y Programas de Artes
ACTI	Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación
ADCI	Agendas Departamentales de Competitividad e Innovación
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
APC	Agencia Presidencial de Cooperación Internacional
ArCo	Metodología de “Articulación para la Competitividad”
Bancóldex	Banco de Comercio Exterior de Colombia
CACTI	Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación
CESU	Consejo Nacional de Educación Superior
CIPI	Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual
CNB	Consejo Nacional de Bioética
CNBT	Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación
Codecti	Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
CPCGPP	Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público – Privada
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
CRCI	Comisiones Regionales de Competitividad e Innovación
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
C4RI	Cuarta Revolución Industrial
DAFP	Departamento Administrativo de la Función Pública
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DPS	Departamento Administrativo para la Prosperidad Social
EDIT	Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica
ECI	Índice de Complejidad Económica

FCTI	Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación
FFJC	Fondo Francisco José de Caldas
IDIC	Índice Departamental de Innovación para Colombia
IES	Instituciones de Educación Superior
IGC	Instituciones Generadoras de Conocimiento
IGPR	Índice de Gestión de Proyectos de Regalías
INM	Instituto Nacional de Metrología
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
GEI	Índice global de emprendimiento
GEM	Monitor Global de Emprendimiento
GII	Índice Global de Innovación
LAC	Latinoamérica y el Caribe
Mipymes	Micro, pequeñas y medianas empresas
Mpbs	Megabit por segundo
MRL	Nivel de Madurez de Mercado
NARP	Población negra, afrocolombiana, raizal y palenquera
OCAD	Órgano Colegiado de Administración y Decisión
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OCyT	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONAC	Organismo Nacional de Acreditación de Colombia
Oncyt	Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología
OTRI	Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación
PAED	Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales
PAS	Plan de Acción y Seguimiento
PIB	Producto Interno Bruto
PGN	Presupuesto General de la Nación
PND	Plan Nacional de Desarrollo
POM	Políticas Orientadas por Misiones

PTP	Programa de Transformación Productiva
Publindex	Indexación de revistas especializadas de ciencia, tecnología e innovación
RAD	Red Académica de Diseño
Ricyt	Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología
RRL	Nivel de Madurez Regulatoria
SARS-CoV-2	Coronavirus tipo 2 del síndrome respiratorio agudo grave
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGR	Sistema General de Regalías
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SNIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
SMSCE	Sistema de Monitoreo, Seguimiento, Control y Evaluación
SNIA	Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria
SNCI	Sistema Nacional de Competitividad e Innovación
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
STEM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
Steam	Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas
TIC	Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
TRL	Nivel de Madurez Tecnológica
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

## 1. INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances recientes en CTI, el país todavía se encuentra rezagado respecto a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y de la región. En 2021, el país ocupó el puesto 67 entre los 132 evaluados en el Índice Global de Innovación y se encuentra por debajo de Chile; México; Costa Rica; Brasil, y Uruguay (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021). Adicionalmente, en los últimos años el país invirtió en promedio el 0,29 % del Producto Interno Bruto (PIB) en Investigación y Desarrollo (I+D), lo cual está por debajo del promedio de los países de la OCDE (2,35 %) y del promedio de los países de América Latina y el Caribe (0,73 %) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2021; Banco Mundial, 2020).

La CTI es crucial para atender los retos sociales, ambientales y económicos de las sociedades modernas (Schot & Steinmueller, 2018; Perez, 2014). La nueva realidad generada por el COVID-19 expone la relevancia de la CTI para responder efectivamente a los retos que tenemos como país (BID, 2020). Además, la CTI es un factor fundamental para el crecimiento económico de largo plazo (Fagerberg & Verspagen, 2002), así como un vehículo crucial para favorecer el cambio tecnológico de los países y de esta forma mejorar el bienestar social y mover la frontera de productividad global (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018).

Esta política de CTI parte de los lineamientos intersectoriales de la *Misión internacional de sabios*, así como de varias políticas relacionadas con CTI aprobadas por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) previamente. Dentro de tales políticas se encuentran el Documento CONPES 3866 *Política nacional de desarrollo productivo*<sup>2</sup>; el Documento CONPES 3934 *Política de crecimiento verde*<sup>3</sup>; el Documento CONPES 3975 *Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial*<sup>4</sup>; el Documento CONPES 3920 *Política nacional de explotación de datos (Big Data)*<sup>5</sup>; el Documento CONPES 4005 *Política nacional de inclusión y educación económica y financiera*<sup>6</sup>; el Documento CONPES 4011 *Política nacional de emprendimiento*<sup>7</sup>; el Documento CONPES 4023 *Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento*

---

<sup>2</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf>.

<sup>3</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>.

<sup>4</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>.

<sup>5</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3920.pdf>.

<sup>6</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4005.pdf>.

<sup>7</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4011.pdf>.



*sostenible e incluyente: Nuevo compromiso por el futuro de Colombia*<sup>8</sup>; y más de 10 documentos previos de política relacionados con CTI, así como el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022 *Pacto por Colombia, pacto por la equidad*<sup>9</sup>.

Por tanto, esta política busca incrementar la contribución de la ciencia, la tecnología y la innovación al desarrollo social, económico, ambiental y sostenible del país con un enfoque diferencial, territorial y participativo para aportarle desde la CTI a los cambios culturales que promuevan una sociedad del conocimiento. Para ello, plantea acciones en 7 ejes estratégicos; 8 principios, y 3 enfoques, que fueron identificados mediante el análisis de documentos previos de política de CTI y los comentarios de los actores del SNCTI. De los 7 ejes estratégicos, 4 son constitutivos del SNCTI: (i) fomento a vocaciones y empleo en CTI; (ii) generación de conocimiento; (iii) uso del conocimiento, y (iv) apropiación del conocimiento. Los tres ejes restantes son habilitantes para el funcionamiento del SNCTI: (v) potencialidades regionales, sociales e internacionales; (vi) factores dinamizadores, y (vii) recursos financieros.

Este documento CONPES está conformado por seis secciones. La primera consiste en la presente sección de introducción. La segunda contiene los antecedentes de política en CTI y su justificación. La tercera exhibe el marco conceptual y los principios que orientan el análisis y las recomendaciones de la presente política. En la cuarta sección se hace un diagnóstico del estado actual de la CTI. El quinto capítulo incluye los objetivos de la política, las acciones para alcanzarlos durante un horizonte de tiempo de 10 años (2022-2031) con sus respectivos responsables, la financiación de esta política y el plan de seguimiento a la misma. Finalmente, el documento CONPES cierra con una serie de recomendaciones a las diferentes entidades del gobierno nacional, para incrementar el desarrollo de la CTI en la sociedad colombiana.

## 2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Antecedentes

En la última década, el país ha tenido avances significativos en materia de institucionalidad, asignación de recursos y normatividad para la CTI. En las secciones 2.1.1 y 2.1.2 se presenta un resumen de los principales hitos normativos y de referencia para esta política de CTI a nivel general y por temática o eje de interés particular para la misma.

---

<sup>8</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4023.pdf>.

<sup>9</sup> Disponible en <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>.

### 2.1.1. Antecedentes Marco de la CTI

En 2009 se desarrollaron ajustes normativos y de política de gran relevancia que orientaron el avance de la CTI en la última década. La Ley 1286 de 2009<sup>10</sup> definió al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación ahora Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación como entidad rectora del sector y estableció el marco de acción para el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). Así también, el Documento CONPES 3582 *Política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*<sup>11</sup> presentó los lineamientos de política en materia de CTI a partir de seis líneas estratégicas que buscaban apoyar a los actores del SNCTI en la identificación, producción, divulgación y uso del conocimiento científico y tecnológico para contribuir a la transformación productiva del país.

Por su parte, entre 2011 y 2020 varios recursos normativos reconocieron la importancia de la CTI, lo cual ha permitido incrementar los recursos hacia CTI. En 2011 se alcanzó un hito para el SNCTI con la creación del Fondo de CTI del Sistema General de Regalías (SGR). El Acto Legislativo 005 de 2011<sup>12</sup> modificó el artículo 361 de la Constitución Política e incluyó la destinación de un 10 % de los ingresos del SGR a un fondo que tuviera por objeto incrementar la capacidad CTI y de competitividad de las regiones. Luego, con la Ley 1530 de 2012<sup>13</sup> se definió la administración de los recursos del SGR a través de un sistema de cuentas conformado, entre otras, por el Fondo de CTI, así como los detalles estratégicos y operativos para el uso de estos recursos. Posteriormente, con la reforma al SGR del año 2019, reglamentada por la Ley 2056 de 2020<sup>14</sup>, se transformó el Fondo CTI en la Asignación CTI. Esto permitió incrementar de 9,5 % a 10 %, en términos reales, los recursos destinados a CTI.

En materia de lineamientos de política, en 2016 se aprobó el Documento CONPES 3866 *Política nacional de desarrollo productivo* el cual constituye un antecedente relevante en materia de transferencia de tecnología al sector productivo. El documento, que contempla un horizonte de 10 años y se conoce como la Política de Desarrollo Productivo (PDP), emitió los lineamientos de política orientados a dar solución a las fallas de mercado;

---

<sup>10</sup> Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones.

<sup>11</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3582.pdf>.

<sup>12</sup> Por el cual se constituye el Sistema General de Regalías, se modifican los artículos 360 y 361 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones sobre el Régimen de Regalías y Compensaciones.

<sup>13</sup> Por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. Esta ley se encuentra reglamentada parcialmente por el Decreto nacional 1077 de 2012 y, con excepción de los artículos 106 al 126 y el 128, fue derogada por el artículo 211 de la Ley 2056 de 2020 que reforma el Sistema en 2019.

<sup>14</sup> Por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías.

de articulación; y de gobierno que limitan la productividad del país. La política promueve la sofisticación y diversificación del aparato productivo para lo que propone la priorización de apuestas productivas según ventajas comparativas reveladas o potenciales. Adicionalmente, la PDP presenta lineamientos de análisis sobre la pertinencia de los programas e iniciativas de gobierno privilegiando la provisión de bienes públicos sectoriales y las intervenciones de mercado horizontales.

Luego en 2018, el hoy Ministerio de CTI construyó el *Libro verde* como un primer paso para adoptar un enfoque de transformación dentro de la política de CTI de 2009. Este documento fue desarrollado siguiendo el enfoque de política de innovación transformativa, cuyo propósito principal es contribuir en la solución de los grandes desafíos sociales, económicos y ambientales que enfrenta el país, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Para esto, se definieron bases conceptuales, orientaciones y posibles rutas de trabajo entre los diversos actores del SNCTI, de forma tal que se facilitara la transformación de los sistemas sociotécnicos para hacerlos más sostenibles (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018).

Así mismo, el PND 2018-2022 *Pacto por Colombia, pacto por la equidad* reiteró el compromiso del gobierno por impulsar la inversión en CTI. Específicamente, el *Pacto por la Ciencia; la Tecnología, y la Innovación: un sistema para construir el conocimiento de la Colombia del futuro* establece un conjunto de acciones para duplicar la inversión en actividades de CTI (ACTI) de modo que pasen de 0,64 % a 1,5 % del PIB. Otros de los objetivos de este pacto son: (i) desarrollar de sistemas nacionales y regionales de innovación integrados y eficaces; (ii) desarrollar tecnología e investigación para el desarrollo productivo y social, y (iii) fortalecer las condiciones institucionales, para impulsar la innovación pública y remover barreras.

En complemento, otras políticas relevantes para el país han reforzado la promoción de la CTI para aumentar la competitividad y el crecimiento económico. Es el caso del Documento CONPES 3934 *Política de crecimiento verde* que fue aprobado en 2018 y definió como uno de sus ejes estratégicos el fortalecimiento de las capacidades en CTI. Así también, el Documento CONPES 3975 *Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial* publicado en 2019 priorizó acciones para la transferencia tecnológica e innovación digital en el sector público y privado (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2019). Del mismo modo, en 2020 el Documento CONPES 4011 *Política nacional de emprendimiento* promovió la generación de condiciones habilitantes en el ecosistema de emprendimiento facilitando la experimentación rápida y de bajo costo para impulsar emprendimiento de base científica y tecnológica. Por último, el Documento CONPES 4023 *Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente*:

*Nuevo compromiso por el futuro de Colombia* definió acciones para impulsar la reactivación y repotenciación del país a partir de la transferencia de tecnología y la innovación.

Finalmente, el antecedente más reciente respecto a CTI radica en la *Misión internacional de sabios de 2019* (Misión de Sabios, 2019). La Misión internacional de sabios reunió 47 expertos en diferentes áreas del conocimiento, nacionales e internacionales, y fue convocada por el Gobierno nacional en 2019 con el fin de aportar en la construcción de la política pública en educación, ciencia, tecnología e innovación. Esta misión definió tres retos y cinco misiones para impulsar el desarrollo del país a partir del conocimiento, las cuales se describen en la Tabla 1. Adicionalmente, la misión identificó 8 áreas estratégicas del conocimiento para enfocar los esfuerzos en CTI, las cuales se muestran en la Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP con información del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y Scopus .

Tabla 2.

Tabla 1. Retos y misiones para 2030

Reto	Misiones	Metas
<b>Colombia bio-diversa</b> innovación basada en la diversidad natural y cultural	Colombia diversa, bioeconomía y economía creativa	Para el 2030 la bioeconomía represente el 10 % del PIB y la economía creativa el 8 % duplicando el valor de sus exportaciones y creando 100.000 nuevos empleos.
	Misión de agua y cambio climático	Colombia debe reducir los riesgos socioambientales del cambio climático en el periodo 2030-2050 al 50 % del valor actual.
<b>Colombia productiva y sostenible</b> Crecimiento basado en la ciencia	Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo	Duplicar la participación de la industria manufacturera en el PIB del país para el 2030 hasta un 24 % del PIB, crecer la participación en industrias digitales hasta un 3 % del PIB y duplicar la participación de la agricultura en el PIB hasta un 13,4 %.
<b>Colombia equitativa</b> Conocimiento y educación para la inclusión social	Conocimiento e innovación para la equidad	Reducir la desigualdad social y la pobreza multidimensional en Colombia a partir del conocimiento científico y la innovación social.
	Educación con calidad para el crecimiento, la equidad y el desarrollo humano	Universalizar la educación con atención integral de niñas y niños de 0 a 5 años en el año 2026 al terminar el próximo gobierno (2022-2026) y haber culminado la universalización de la educación media diversificada o con doble titulación de bachiller (académico y técnico) en 2030.

Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP con información del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021) y Scopus (2021).

Tabla 2. Áreas estratégicas del Conocimiento

Área del Conocimiento	Descripción
Biotecnología, bioeconomía y medio ambiente (BBMA)	Área que reconoce el potencial biológico y ambiental del país. Antioquia; Valle del Cauca; los pertenecientes al Eje Cafetero; y los Santanderes lideran el desarrollo de iniciativas en investigación en la materia.
Ciencias básicas y del espacio	Área referente a las ciencias exactas las cuales son la base fundamental de los procesos de desarrollo científico, tecnológico e innovación. Son investigadas por 966 grupos de investigación en el país, concentrados principalmente en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca.
Ciencias de la vida y de la salud	Son el conjunto de disciplinas que ofrecen los conocimientos adecuados para la prevención y erradicación de las enfermedades y el bienestar de las personas. Esta área, con 968 grupos de investigación, lidera la producción científica del país (Scimago, 2021)
Ciencias sociales, desarrollo humano y equidad	Áreas centradas en identificar desafíos para el desarrollo humano, diseñar políticas que reduzcan pobreza y desigualdad, y mejorar el dialogo social; esta área cuenta con 1.852 grupos de investigación y 5.199 investigadores.
Energías sostenibles	Área enfocada en el ODS 7 <i>Energía asequible y no contaminante</i> para modificar el mercado energético, balancear el portafolio de fuentes energéticas primarias y adoptar la economía circular (Misión de Sabios, 2019). Hoy existen 109 grupos de investigación relacionados equivalentes al 1,88 % del total nacional con presencia en 16 de los 32 departamentos del país.
Industrias creativas y culturales	Área que se enfoca en las industrias basadas en la creación, la producción y la comercialización de contenidos creativos y culturales. Hoy se estima que existen 456 grupos de investigación en la materia, y cerca de 1.082 investigadores.
Océanos y recursos hidrobiológicos	Área enfocada en identificar, valorar y proyectar este recurso natural. Hoy el país cuenta con solo 173 investigadores registrados en esta área.
Tecnologías convergentes e industrias 4.0	Área enfocada en tecnologías convergentes las cuales integran tecnologías fundamentales y emergentes (nanotecnología, biotecnología, tecnologías de la información y de la comunicación y ciencias cognitivas). En 2019 las ciencias de la computación fueron la tercera área con más registros de publicaciones científicas del país. Hoy 13 % de los grupos de investigación del país están concentrados en este tipo de tecnologías.

Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP con información del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021) y Scopus (2021).

A pesar de los esfuerzos en materia de desarrollo de políticas para la CTI, el país presenta una baja implementación de estas. Un análisis realizado por el Departamento Nacional de Planeación reveló que entre 2013 y 2019 se han propuesto alrededor de 737

recomendaciones relacionadas con CTI y más del 50 % de estas tienen un nivel bajo de implementación.

### 2.1.2. Antecedentes por eje

La presente política se desarrollará alrededor de 7 ejes estratégicos. Cuatro de estos conforman el ecosistema de CTI, y tres hacen referencia a los recursos y dinamizadores que lo soportan. Estos ejes y el ecosistema serán explicados en la sección 3.6 de este documento.

#### Fomento a vocaciones

El país ha realizado esfuerzos exitosos en la implementación de instrumentos que contribuyan al fortalecimiento del talento humano para la CTI. Dentro de estos programas se destaca *Ondas*, que es una estrategia para apoyar y estimular la curiosidad científica de los niños, niñas y adolescentes. Igualmente, el programa *Jóvenes investigadores e innovadores*, ha beneficiado a jóvenes en la modalidad de beca pasantía. Otros de los instrumentos que se han implementado son: *Semilleros de investigación* y *Nexo global*. Además, es relevante resaltar la estrategia *Todo es ciencia* para reconocer la ciencia en todas las aristas de la sociedad.

En virtud de lo anterior, el eje central de los esfuerzos recientes ha sido la formación de capital humano de alto nivel. El Documento CONPES 3835 *Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación del capital humano altamente calificado en el exterior*<sup>15</sup> de 2015; el Documento 3862 de 2016 *Modificación al documento CONPES 3835 Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación del capital humano altamente calificado en el exterior*<sup>16</sup>; y el Documento 3981 de 2019 *Declaración de importancia estratégica del proyecto Capacitación de Recursos Humanos para la Investigación Nacional*<sup>17</sup> han garantizado la financiación de programas de formación a nivel de maestrías y doctorado. Igualmente, el PND 2018-2022 planteó como meta la formación de 3.680 doctores y la vinculación laboral de 800 doctores. Para esto, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación ha sido la entidad que ha apoyado en mayor medida la formación doctoral con una participación del 75,3 % de las becas y créditos beca. Finalmente, la Ley 1942 de 2018<sup>18</sup>, asignó recursos del SGR hasta por 250.000 millones de pesos para otorgar 1.000 créditos beca para estudios doctorales en el país y de hasta

---

<sup>15</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3835.pdf>.

<sup>16</sup> Disponible en [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3862\\_Modif3835.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3862_Modif3835.pdf).

<sup>17</sup> Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3981.pdf>.

<sup>18</sup> Por la cual se decreta el presupuesto del Sistema General de Regalías para el bienio del 1 de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2020.

250.000 millones de pesos para el fortalecimiento de Instituciones de Educación Superior (IES).

**Adicionalmente, las inversiones del SGR y el aumento de la oferta de formación doctoral han fortalecido el sistema de formación doctoral.** Las inversiones del SGR contribuyeron al fortalecimiento de la oferta de capital humano para investigación e innovación, mientras que las políticas mencionadas promovieron el aumento del número de graduados de doctorado por millón de habitantes, pasando 3 en 2008 a 12,6 en 2016 (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2019). Además, se fortaleció el sistema de formación doctoral en el país ya que Colombia pasó de ofertar 84 programas doctorales en 2007 a 382 en 2018 (Ministerio de Educación Nacional, 2019).

**A pesar de estos esfuerzos, el país presenta un insuficiente desarrollo de las vocaciones en Steam y en formación y vinculación de capital humano en CTI.** En particular, el país presenta un bajo desarrollo de vocaciones científicas en la población infantil y juvenil del país, un déficit en capital humano en CTI y baja inserción del capital humano en CTI en el sector productivo, tal como se evidencia en el diagnóstico respectivo de este eje (Sección 4.1).

## **Generación de Conocimiento**

**La política de CTI del país también ha fomentado la producción de publicaciones científicas realizadas por investigadores nacionales.** El sistema de incentivos a la producción científica del país se estableció con el Decreto 1279 de 2002<sup>19</sup>, el cual regula la remuneración de los profesores de las universidades públicas según la productividad académica. Por su parte, con respecto a la provisión de mecanismos para aumentar las publicaciones científicas nacionales en revistas e índices de alto impacto, Colciencias adopta el rediseño del modelo de clasificación de las revistas científicas de Publindex a partir de la Política nacional para mejorar el impacto de las publicaciones científicas nacionales<sup>20</sup>.

**En 2016, se promulgó la Política de Actores del SNCTI vigente<sup>21</sup> en la cual se establecen orientaciones y estímulos la especialización y la búsqueda de excelencia entre los actores del SNCTI, de acuerdo con su tipología<sup>22</sup>.** Así mismo, con el reconocimiento de actores se generan mecanismos que permiten captar información valiosa para el diseño y

---

<sup>19</sup> Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales.

<sup>20</sup> Documento de política 1601 de 2016.

<sup>21</sup> Adoptada mediante la resolución 1473 de 2016

<sup>22</sup> La clasificación de los actores del SNCTI según su tipología es: institutos de investigación; centros de desarrollo tecnológico; centros de innovación y productividad; unidades de I+D+i de empresa; centros de ciencia; Empresas Altamente Innovadoras (EAI); Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT); Oficinas Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), y Parques Científicos, Tecnológicos y de Innovación (PCTI).

evaluación de las intervenciones del Gobierno nacional (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2016). Por otro lado, también se han implementado estrategias de reconocimiento de forma sectorial, como es el caso de la creación en 2013 de la Mesa de Artes, Arquitectura y Diseño (AAD). En complemento, en 2016 se comenzó a fomentar instrumentos modelo para el trabajo en red como Ecosistema Científico, iniciando con el programa *Colombia Científica*. Durante los últimos dos años se ha actualizado el modelo de medición mediante la inclusión de los productos provenientes de investigación-creación<sup>23</sup>. Actualmente, la Política de Actores del SNCTI se encuentra en proceso de actualización con el objetivo de ampliar la cobertura y especializar a los actores del sistema para que sean reconocidos, y orientar los incentivos.

Asimismo, en 2018 Colciencias, actualmente Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, formuló los lineamientos para una política de ciencia abierta<sup>24</sup> en Colombia. Estos lineamientos tienen el objetivo de generar condiciones habilitantes para desarrollar una cultura científica que contemple el conocimiento como un bien público (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018). Esta propuesta se basó en tres ejes principales: (i) la articulación del régimen de propiedad intelectual con los principios y componentes de la ciencia abierta; (ii) la interacción entre actores del SNCTI para el desarrollo de la ciencia abierta, y (iii) la exploración de mecanismos de financiación e incentivos, para el fomento de la ciencia abierta. En este mismo año, se adoptó la *Política de ética de la investigación; bioética, e integridad científica*, mediante la Resolución 314 de 2018.

A pesar de estos esfuerzos, el país presenta un débil entorno habilitante para la generación de conocimiento. En particular, el país presenta baja capacidad de generación de conocimiento científico, un insuficiente desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica y débiles capacidades de las Instituciones Generadoras de Conocimiento (IGC) y de las entidades del soporte del SNCTI, tal como se evidencia en el diagnóstico respectivo de este eje (Sección 4.2).

### Uso, adopción y transferencia de conocimiento

Para promover el uso y transferencia del conocimiento y la innovación, el Gobierno nacional ha dispuesto distintos instrumentos de fomento a la innovación empresarial. Estos

---

<sup>23</sup> De acuerdo con la *Misión internacional de sabios* los procesos de creación al igual que la investigación, manejan estructuras disciplinadas y planificadas donde la experimentación constante juega un rol importante en la consecución del producto final.

<sup>24</sup> Según la Comisión Europea la ciencia abierta es un nuevo enfoque del proceso científico basado en el trabajo cooperativo y nuevas formas de difundir el conocimiento mediante el uso de tecnologías digitales y nuevas herramientas colaborativas.



instrumentos han estado articulados con actores del SNCTI y mecanismos para consolidar procesos efectivos de transferencia tecnológica.

Por otro lado, los beneficios tributarios constituyen un instrumento de política pública relevante para incentivar la inversión del sector privado en CTI. Desde la expedición de la Ley 6 de 1992<sup>25</sup> referente a deducciones por inversiones en investigación científica y tecnológica, pasando por diferentes reformas<sup>26</sup> hasta su consolidación con la Ley 1955 de 2019<sup>27</sup>, el instrumento de beneficios tributarios ha construido una trayectoria de 30 años. Esta última ley consolidó los beneficios tributarios a través de nuevos incentivos: Crédito Fiscal para micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes); beneficios tributarios por vinculación de personal con título de doctorado a empresas; deducciones por donaciones en investigación; desarrollo, e innovación (I+D+i) y, beneficios tributarios por donación<sup>28</sup>.

Colombia ha desarrollado instrumentos para incrementar la transferencia de tecnología y el extensionismo tecnológico en el país durante los últimos años. En 2012, se realizó el piloto de extensión tecnología con la participación del SENA, DNP y Banco Mundial que arrojó resultados favorables. En 2017 se implementó una metodología de formación de en productividad diseñada por el Instituto Tecnológico de Georgia a nivel departamental y en 2018 se implementó el programa *Colombia productiva* orientado al desarrollo de capacidades de exportación en las empresas mediante la asistencia técnica en mejoramiento continuo, eficiencia energética, calidad, estrategia comercial y talento humano. Finalmente, se han desarrollado los programas Innpulsa ECOS, Vouchers de innovación, pactos por la innovación, alianzas por la innovación y Sennova para promover la innovación empresarial.

Por otra parte, el Gobierno nacional expidió la Ley 1838 de 2017<sup>29</sup> que habilita a las IES para crear empresas tipo *spin-off*<sup>30</sup> sin afectar sus planes de mejoramiento. Esto

---

<sup>25</sup> Por la cual se expiden normas en materia tributaria, se otorgan facultades para emitir títulos de deuda pública interna, se dispone un ajuste de pensiones del sector público nacional y se dictan otras disposiciones.

<sup>26</sup> Tales como la Ley 223 de 1995, 633 de 2000, 1450 de 2011, 1607 de 2012, 1739 de 2014, 1819 de 2016.

<sup>27</sup> Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad".

<sup>28</sup> En este contexto, el Crédito Fiscal se otorga a las MiPymes que realicen inversiones en proyectos de I+D+i o la vinculación de personal con título de doctorado, por un valor del 50% de la inversión realizada, siendo aplicable para la compensación de impuestos nacionales o para la solicitud de Títulos de Devolución de Impuesto (TIDIS) (Ley 1955, 2019).

<sup>29</sup> Por la cual se dictan normas de fomento a la ciencia, tecnología e innovación mediante la creación de empresas de base tecnológica (*Spin Offs*) y se dictan otras disposiciones.

<sup>30</sup> Una *Spin off* es una empresa basada en conocimientos y resultados de investigación, sobre todo aquellos protegidos por derechos de Propiedad Intelectual, gestados en el ámbito de las IES, resultado de actividades de investigación y desarrollo realizadas bajo su respaldo, en sus laboratorios e instalaciones o por investigadores a ellas vinculados, entre otras formas (Spin-Off Colombia, 2016).

con el fin de incentivar el emprendimiento innovador y de alto valor agregado en las IES, y ampliar la participación de particulares o servidores públicos (docentes, y/o investigadores), cualquiera sea su forma o naturaleza de vinculación legal, para formar parte de ellas a cualquier título, o crear *spin-off*. De esta forma, podrán asociarse con las IES y con las personas privadas que manejen recursos públicos de acuerdo con la ley, reglamentos y estatutos propios de las IES.

**A pesar de estos esfuerzos, el país presenta un bajo uso del conocimiento.** En particular, el país presenta bajas capacidades y condiciones para innovar y emprender, bajo desarrollo y transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo y rezago en la adopción de tecnologías, tal como se evidencia en el diagnóstico respectivo de este eje (Sección 4.3).

### Apropiación del conocimiento<sup>31</sup>

En el país se han implementado múltiples programas para fomentar la apropiación social del conocimiento desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y otros actores del SNCTI. Desde 2010, en el marco de la Estrategia Nacional de Apropiación Social de la CTI, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación desarrolló políticas orientadas a la apropiación social de la ciencia, con el objetivo de incluir a la ciudadanía en las dinámicas de producción y apropiación del conocimiento (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018). De igual forma, se desarrollaron convocatorias a través del fondo de CTI del SGR para el financiamiento y consolidación de una sociedad basada en el conocimiento (Ministerio de CTI, 2020).

Similarmente, en el PND 2018-2022, se incorporan diversas políticas nacionales de apropiación social del conocimiento, donde se establece que Colciencias, ahora Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, fortalecerá los programas de apropiación social de CTI, generará lineamientos técnicos y estratégicos para robustecer el programa *Aprópiate*, implementará nuevas métricas para reconocer productos de apropiación social que tengan en cuenta el aporte a la solución de problemas locales, y con el Ministerio del Interior y el Departamento Nacional de Planeación (DNP) implementarán un programa piloto de apropiación social de la CTI en instancias legislativas, a escalas nacional y subnacional.

**A pesar de estos esfuerzos, el país presenta una baja apropiación social del conocimiento.** En particular, el país presenta baja inclusión, impacto y cultura de CTI y una débil comunicación del quehacer científico y de la CTI, tal como se evidencia en el

---

<sup>31</sup> La Apropiación Social del conocimiento es un proceso intencionado de comprensión e intervención de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, construido a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento.

diagnóstico respectivo de este eje (Sección 4.4). Adicionalmente, es relevante resaltar que el país no tiene una estrategia consolidada en temas de cultura científica y comunicación pública de la CTI.

### Potencialidades sociales, regionales e internacionales

El PND 2018- 2022, incluyó pactos para promover una mayor inclusión social y regional en el país. Respecto a la inclusión social, en este Plan se incluyen el pacto por la equidad de oportunidades para grupos étnicos: indígenas; negros; afrocolombianos; raizales; palenqueros, y Rrom, el pacto por la inclusión de todas las personas con discapacidad y el pacto de equidad para las mujeres. Estos pactos son consecuentes con el Documento CONPES 161 *Equidad de Género para las mujeres*<sup>32</sup> aprobado en 2013; el Documento 166 *Política Pública Nacional De Discapacidad e Inclusión Social*<sup>33</sup> publicado 2013, y el Documento 3660 *Política para promover la igualdad de oportunidades para la población negra, afrocolombiana, palenquera y raizal*<sup>34</sup> aprobado en 2010. Respecto a la inclusión regional, los pactos por la productividad y la equidad en las regiones buscan aprovechar las potencialidades territoriales mediante el diseño de políticas acordes con las características de los territorios.

Sin embargo, en el país no se evidencian esfuerzos finalizados en estos temas enfocados específicamente a CTI y se presenta un insuficiente uso de las potencialidades regionales, sociales e internacionales en la generación y uso del conocimiento. En particular, el país exhibe una alta exclusión social en el desarrollo de la CTI, una alta heterogeneidad en las capacidades en CTI entre regiones y una baja cooperación e internacionalización de la CTI, tal como se evidencia en el diagnóstico respectivo de este eje (Sección 4.5).

### Factores dinamizadores del SNCTI

El SNCTI es el ente encargado de fortalecer y hacer uso de las capacidades regionales para la internacionalización e inserción de la CTI de Colombia en las redes internacionales. De acuerdo con el Documento CONPES 3582 y su punto de partida la Ley 1286 de 2009, se establece como deber del Estado fortalecer el desarrollo regional a través de políticas integrales de descentralización e internacionalización de las ACTI, de acuerdo con las dinámicas internacionales.

---

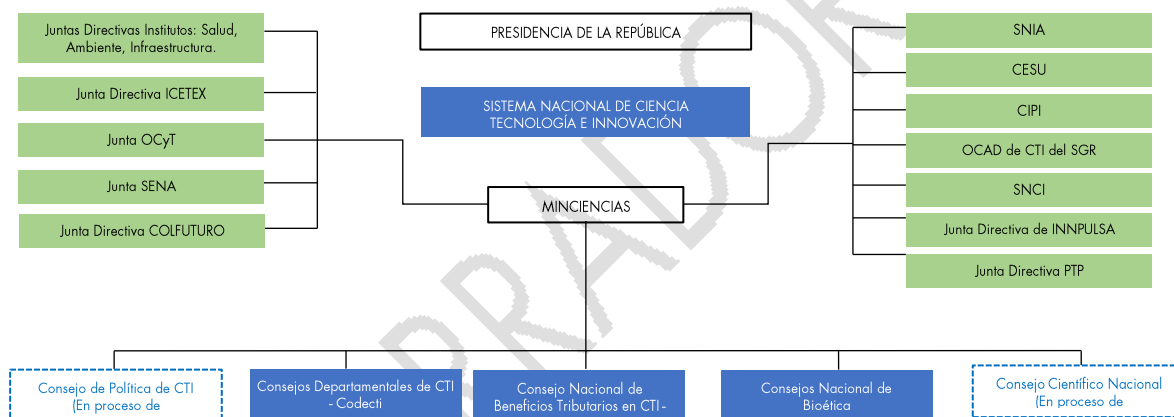
<sup>32</sup> Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Social/161.pdf>.

<sup>33</sup> Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Social/166.pdf>.

<sup>34</sup> Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3660.pdf>.

El desarrollo reciente de la política de CTI, en materia de gobernanza, ha proporcionado un rol de liderazgo a Colciencias, hoy día Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. La expedición de la Ley 1286 de 2009 definió a Colciencias como rector del SNCTI. Luego, las Leyes 1951<sup>35</sup> y 1955 de 2019 crearon el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación mediante la fusión con Colciencias, manteniendo su liderazgo en el SNCTI. Actualmente el sistema tiene cinco organismos asesores tal como se muestra en la Figura 1 y dentro de los cuales se encuentran los Consejos Departamentales de CTI (Codecti), el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios (CNBT), el Consejo Nacional de Bioética<sup>36</sup>, el Consejo de Política de CTI y el Consejo Científico Nacional. Estas dos últimas instancias se encuentran en proceso de formalización de acuerdo con las recomendaciones emitidas por la Misión Internacional de Sabios 2019.

Figura 1. Estructura del SNCTI



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2020).

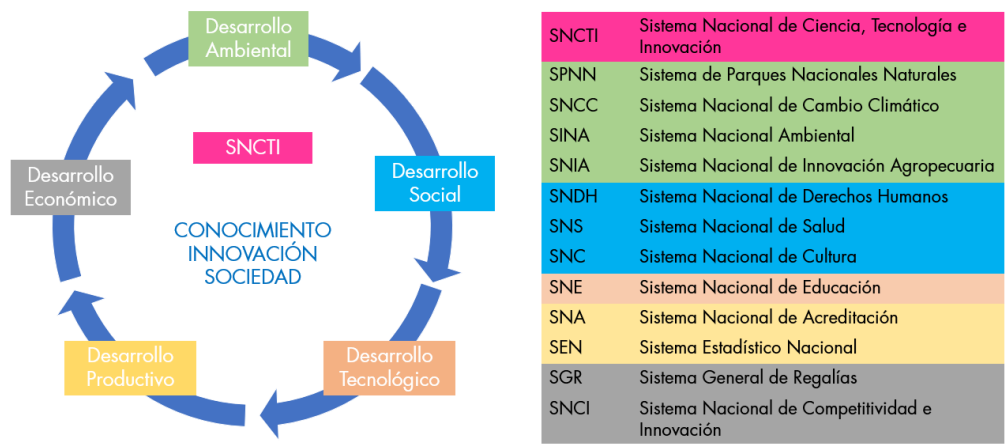
Así mismo, las instancias y la Ley 1955 de 2019 ha resaltado la importancia de que el SNCTI tenga puntos de encuentro con otros sistemas administrativos. En particular, desde el SNCTI se ha identificado la necesidad de generar articulación con otros sistemas como el Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA); el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU); la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual (CIPI), y el

<sup>35</sup> Por el cual crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan otras disposiciones.

<sup>36</sup> Si bien con la Ley 1374 de 2010 se creó el Consejo Nacional de Bioética (CNB) como organismo asesor y consultivo del Gobierno Nacional, quien propenderá por la formulación, articulación y resolución de los dilemas que plantea la investigación y la intervención sobre la vida, la salud y el medio ambiente, solo hasta el año 2019 a través del Decreto 1954 fueron designados sus miembros. El CNB fue instalado el 27 de febrero de 2020 en cumplimiento del compromiso adquirido por el país ante la Unesco al suscribir la Declaración de Bioética del 2005. Así mismo, en el año 2018 Colciencias adoptó la Política de ética de la investigación, bioética e integridad científica mediante la Resolución 374 de este año.

Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) de CTI del SGR. Adicionalmente, la Ley 1955 de 2019 establece que el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación apoye el fomento de CTI hacia el mejoramiento de la competitividad, estableciendo vínculos desde el SNCTI con otros sistemas tales como el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA); el Sistema Nacional Ambiental (SINA); el sistema educativo, entre otros, en el marco del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI), como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Articulación del SNCTI con otros sistemas nacionales



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2020).

Además de garantizar la coordinación con los sistemas de orden nacional, el SNCTI tiene como función articular las instancias regionales en CTI. A través del Decreto 1651 de 2019<sup>37</sup>, se establece que las Comisiones Regionales de Competitividad realizarán la articulación con las distintas instancias departamentales y territoriales que desarrollen actividades dirigidas a fortalecer la competitividad e innovación en los departamentos, entre ellas los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (Codecti) y Comités Universidad-Estado-Empresa (CUEE). Esta integración se realiza al interior de cada departamento con el sector público, privado y la academia, y están orientadas a la formulación, gestión e implementación de las Agendas Departamentales de Competitividad e Innovación (ADCI).

A pesar de estos esfuerzos, el país presenta una baja dinamización del SNCTI. En particular, el país exhibe una débil articulación institucional y marco regulatorio e insuficiente

<sup>37</sup> Por el cual se adiciona el título 8 a la Parte 1 del Libro 2 del Decreto 1081 de 2015, Decreto Reglamentario Único del Sector Presidencia de la República, para establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación.

información estratégica para la toma de decisiones, tal como se evidencia en el diagnóstico respectivo de este eje (Sección 4.6).

### **Recursos financieros**

A través de la ley 1286 de 2009 se creó el Fondo Francisco José de Caldas (FFJC), como instrumento financiero del SNCTI. Este fondo tiene el objetivo de integrar recursos públicos, privados, internacionales y de donación para financiar el desarrollo de programas, proyectos y actividades de CTI. El FFJC ha permitido financiar programas y proyectos a mediano plazo (más de una vigencia fiscal) y el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTI) del SGR financiar las iniciativas de I+D+i de carácter regional. Además, en el artículo 21 de esta misma Ley se estableció el marco de inversión en CTI para programar el gasto público en CTI de las entidades de Gobierno del orden nacional. En 2021, mediante la directiva presidencial 06 se definió dicho marco de inversión.

En 2015 se realizó por primera vez un análisis del gasto público en CTI por parte del Gobierno nacional, y se emitieron los primeros lineamientos para la optimización de la oferta institucional. Para esto, el Banco Mundial junto con el DNP realizaron un análisis de la funcionalidad y gobernanza de los instrumentos utilizados para promover la política de CTI. Allí se evidenció una marcada concentración de recursos en pocos instrumentos, así como la duplicación de funciones y competencias entre las entidades rectoras de política. Así mismo, el estudio propuso promover la especialización al interior y entre las entidades, racionalizar o consolidar instrumentos, y eliminar la duplicidad en términos de usuarios, beneficiarios y objetivos de política (Banco Mundial, 2015).

Adicionalmente, el gobierno nacional ha facilitado la destinación de recursos hacia CTI en los últimos años. Por otra parte, el PND 2018-2022 estableció la destinación de recursos públicos, especialmente del Fondo de CTI del SGR, para el apalancamiento de inversión privada en actividades de CTI a través entidades financieras de segundo piso mediante el uso de líneas de crédito. De igual manera, el Gobierno nacional habilitó la posibilidad de realizar donaciones al FFJC, para el financiamiento de programas y proyectos de CTI aprobados por el CNBT. Esta política es una posibilidad para que el sector privado apoye el avance de la CTI (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2019).

Adicionalmente, el DNP, con el apoyo de Presidencia de la República, viene liderando la elaboración e implementación piloto de la metodología de *Articulación para la Competitividad* (ArCo) con el fin de mejorar la eficiencia del gasto público. La Directiva

Presidencial 12 de 2019<sup>38</sup> y la Circular Externa del DNP No. 02-4 de 2020<sup>39</sup>, establecen que esta metodología permite crear evidencia sistemática para la optimización y articulación de la oferta de instrumentos de política pública para la competitividad y la innovación, logrando presupuestos orientados a resultados, disminución en la dispersión de recursos y una articulación de las entidades centrada en los usuarios (Departamento Nacional de Planeación, 2020).

A pesar de estos esfuerzos, el volumen, la eficiencia y la evaluación de la financiación de la CTI son insuficientes. En particular, el país exhibe un bajo nivel de financiación de la CTI y alrededor de misiones, una baja eficiencia y eficacia de los instrumentos de financiación y un escaso nivel de monitoreo y evaluación de la CTI, tal como se evidencia en el diagnóstico respectivo de este eje (Sección 4.6).

## 2.2. Justificación

La pandemia ocasionada por la propagación del SARS-CoV-2 ha planteado múltiples desafíos al sistema socioeconómico mundial y las políticas de innovación transformativa tienen un rol relevante en su solución. Más allá de las respuestas de emergencia implementadas, la nueva realidad es una oportunidad para realizar intervenciones que contribuyan a la reactivación económica y social en el largo plazo. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha identificado tres ejes principales de intervenciones de política: (i) desarrollo productivo y Pymes; (ii) innovación empresarial y startups, y (iii) ciencia y tecnología (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020). Sin embargo, varias de estas intervenciones se enmarcan en políticas de innovación transformativa y su implementación requiere de enfoques de política novedosos y del desarrollo de capacidades especiales en los actores del SNCTI. Por lo tanto, es necesario que el país desarrolle una política nacional de CTI que contemple estos marcos de políticas.

Así mismo, las políticas modernas de CTI deben contribuir a la solución de fallas de direccionalidad y a transformar los sistemas sociotécnicos. El cambio tecnológico sigue trayectorias de desarrollo acumulativas que impiden el progreso de alternativas que estén por fuera de su paradigma tecnológico (Dosi, 1982). Por tanto, los efectos de red, de aprendizaje y de economías de escala pueden bloquear el desarrollo tecnológico en trayectorias con baja eficiencia y eficacia y reforzar su uso generando bucles de realimentación positivos y fuertes efectos de selección (Schot & Steinmueller, 2018). Por otro lado, la innovación puede

---

<sup>38</sup> Optimización y articulación de la oferta de instrumentos de política pública para la competitividad y la innovación.

<sup>39</sup> Lineamientos para la optimización y articulación de la oferta de instrumentos de política pública para la competitividad y la innovación.

conllevar al incremento de la desigualdad y a la generación de procesos de creación destructiva<sup>40</sup> (Soete, 2013; Dutrénit & Sutz, 2014). De hecho, las políticas actuales de CTI favorecen la dirección actual del cambio tecnológico bajo el paradigma de consumo y producción masiva basado en el uso intensivo de recursos, la generación de residuos y los combustibles fósiles (Steffen, Richardsonand, & Rockström, 2015).

**Por lo tanto, las políticas de CTI tienen el deber imperativo de contribuir a la mitigación del cambio climático.** El Documento CONPES 3934 reconoce que el desarrollo económico actual será insostenible a largo plazo, ya que agota la base de los recursos para la producción económica y genera altos costos para el ambiente y la sociedad<sup>41</sup>. Por lo tanto, el crecimiento económico se debe reorientar a través de la CTI para garantizar el bienestar de la población en el largo plazo, asegurar la conservación del capital natural y la seguridad climática (Perez, 2014). Por esta razón, toman gran importancia las políticas que apoyen la CTI para el cumplimiento de los ODS, ya que generan procesos de aprendizaje y de colaboración interactiva entre diversos actores que pueden resultar en innovaciones que contribuyan a la solución de los retos del país (Departamento Nacional de Planeación, 2018; Pigato, y otros, 2020).

**Igualmente, las políticas de CTI también deben contribuir a la superación de la pobreza y la desigualdad.** Para hacerle frente a estos ambiciosos desafíos se requiere una nueva política de CTI que promueva la transformación de los sistemas sociotécnicos (Schot & Steinmueller, 2018). Ello implica la coproducción de un cambio en las destrezas, las infraestructuras, las estructuras industriales y las preferencias culturales, logrando la transformación de elementos sociales y sus relaciones con oportunidades tecnológicas (Schot & Steinmueller, 2018). Al incorporar este nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo basado en CTI se mantendrá e incrementará el ritmo de crecimiento económico que necesita el país atendiendo las problemáticas sociales, en materia de pobreza, desigualdad y construcción de paz (Perez, 2014). En este contexto, la Ética de la investigación, la Bioética y la Integridad científica son referentes para la reflexión sobre la responsabilidad social de la CTI, así como para alcanzar la excelencia en CTI.

**El fomento de la CTI requiere de políticas que aborden las fallas de mercado y de coordinación propias del contexto nacional.** Las fallas de mercado y coordinación asociadas a las dificultades inherentes de la apropiación del conocimiento, la asimetría de información, la disposición subóptima de recursos y la sub-financiación de la investigación

---

<sup>40</sup> Procesos en los cuales la introducción de una nueva innovación es perjudicial de forma general para la sociedad.

<sup>41</sup> Los costos ambientales están valorados en más de 16,6 billones de pesos, equivalente al 2,08 % del producto interno bruto (PIB) del 2015.



pueden desincentivar y obstaculizar la innovación tecnológica (European Commission, 2005; 2017; Akcigit, Hanley, & Serrano-Vela, 2013). Adicionalmente, las políticas de CTI deben ser diseñadas de acuerdo con el estado de desarrollo tecnológico de cada país, ya que la replicación de instrumentos de política de otros Sistemas Nacionales de Innovación genera resultados infructuosos (Cirera & Maloney, 2017).

**Finalmente, se requiere una nueva política que aborde los retos de gobernanza multinivel de la CTI contemplando las transformaciones que ha atravesado el SNCTI en los últimos años y la creación del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación.** De acuerdo con el Documento CONPES 3866, las fallas de gobierno y articulación generan barreras al interior del estado, ocasionan solapamiento de funciones, asignación incorrecta de competencias y funciones y desarticulación intergubernamental. Por lo tanto, la nueva política de CTI debe orientar la gobernanza multinivel de la CTI en el país para mejorar la sinergia entre los diferentes niveles de gobierno y fomentar la participación en los procesos de la política pública de todos los actores del Sistema de CTI.

**Esta necesidad también se soporta en la obsolescencia de la última política de CTI para Colombia que fue desarrollada hace más de una década para atender los retos de principio de siglo y el rezago general en CTI del país.** Los avances de la ciencia son cada vez más rápidos y sofisticados, y ponen a prueba la capacidad de respuesta de la política científica de los países (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020). Lo que demuestra la necesidad de actualizar las acciones de política en CTI y orientarlas a responder los retos del mundo global y digital. Asimismo, se requieren acciones que alcancen un mayor nivel de implementación para el desarrollo social, económico, ambiental y sostenible del país. Adicionalmente, Colombia es sexta en América Latina en el Índice Global e Innovación (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021).

### **3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **3.1. Conceptos base**

**Durante las últimas décadas, los manuales de Frascati y Oslo han sido los referentes a nivel global para definir y medir las actividades de CTI.** El manual de Frascati define la investigación y el desarrollo experimental (I+D) como el trabajo sistemático y creativo desarrollado para aumentar la cantidad de conocimiento y definir sus nuevas aplicaciones a partir de su disponibilidad. Esto incluye el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad (Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico, 2015). Por otra parte, la innovación en sentido amplio es un proceso que consta de tres partes: (i) la generación, desarrollo y/o adaptación de una invención; (ii) la realización o materialización;

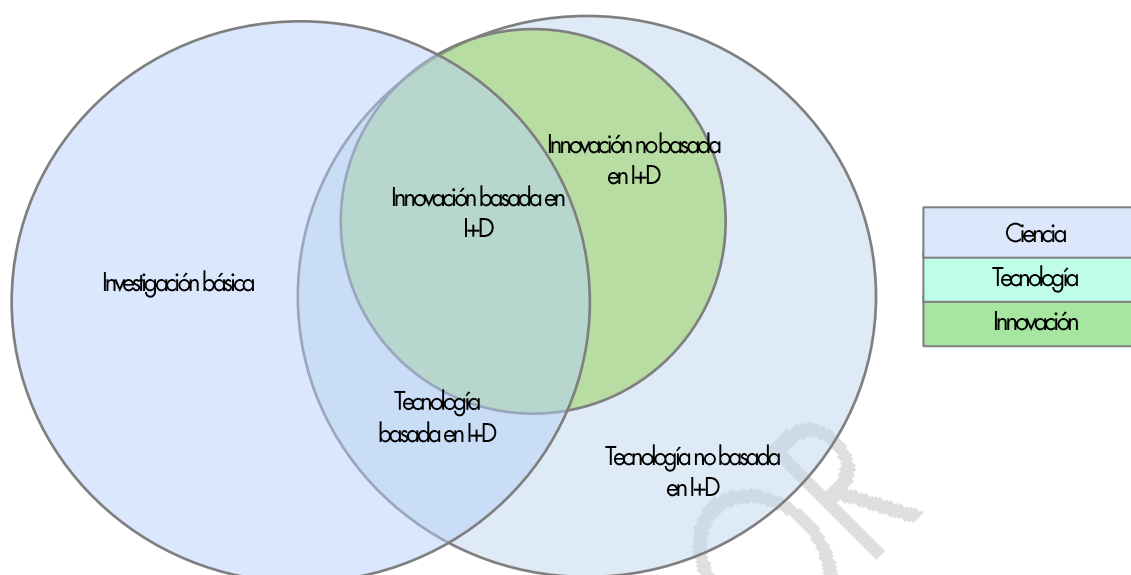
y (iii) la implementación de dicha invención. El resultado de este proceso son los productos o procesos nuevos o mejorados, que varían significativamente de los productos o procesos previos de la unidad. Además, los productos han sido puestos a disposición de los usuarios potenciales o los procesos han sido implementados por la unidad (Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico, 2018).

**Así, el proceso de innovación se concibe como un proceso dinámico y no lineal.** Por lo tanto, la acumulación de conocimiento se da a través de actividades de I+D; la colaboración informal o formal entre actores del sistema de innovación; el aprendizaje empírico con los usuarios o clientes de las firmas; la participación en cadenas globales de valor o en mercados internacionales; entre otros (Cirera & Maloney, 2017). Además, los procesos de innovación incluyen actividades técnicas; de diseño; de manufactura; de gestión y comerciales (Freeman, 1982). Así, es importante resaltar que las actividades de innovación no solo ocurren en el sector empresarial; sino también en el gubernamental; en las entidades sin ánimo de lucro; y en los hogares (Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico, 2018).

**Así también, debe precisarse que la ciencia y la tecnología son cuerpos de conocimiento diferentes.** Por un lado, la ciencia es un proceso y un cuerpo de conocimiento cuyo propósito es la búsqueda del conocimiento y la comprensión del mundo natural y social siguiendo una metodología sistemática basada en la evidencia (Consejo Científico Británico, 2020; Academia Australiana de Ciencias, 2020). Por otro lado, la tecnología puede definirse como el conocimiento asociado para diseñar, desarrollar y probar artefactos (productos, procesos, servicios) que desempeñan funciones útiles o como el objeto o artefacto físico construido con dicho conocimiento (Nightingale, 2014). Adicionalmente, es importante resaltar que el entendimiento científico no es una condición necesaria para desarrollar tecnología y, por tanto, la relación entre ciencia y tecnología es compleja y no lineal (Nightingale, 2014).

**Por otro lado, las relaciones entre las actividades de CTI se observan en la Figura 3.** La investigación básica genera nuevos conocimientos sin ninguna aplicación o uso específico (Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico, 2015), como es el caso de la investigación fundamental en física del estado sólido. Sin embargo, parte de ese conocimiento generado puede ser usado en la investigación aplicada o en el desarrollo experimental para el desarrollo de tecnologías como fue el caso del desarrollo del transistor. Finalmente, mediante la integración de conocimientos técnicos, de gestión y de marketing es posible generar innovaciones, como sucedió con los circuitos integrados. Sin embargo, el desarrollo de muchas tecnologías e innovaciones no requiere de I+D, como es el caso de las prácticas y usos alrededor del conocimiento ancestral.

Figura 3. Relación entre ciencia, tecnología e innovación



Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP (2021).

### 3.2. Políticas de CTI: *Science push* y Sistemas Nacionales de Innovación

Las políticas de CTI han estado basadas en 3 marcos conceptuales (Schot & Steinmueller, 2018). El primer marco surgió después de la segunda guerra mundial impulsado por el modelo de innovación *science push*<sup>42</sup>. Este marco conceptualiza la CTI como un medio para generar crecimiento económico e incrementos en la productividad, dentro de un sistema socio-técnico basado en producción y consumo masivo. Posteriormente, durante los años 80, se desarrolló el segundo marco denominado Sistemas Nacionales de Innovación (Freeman, 1987; Nelson, 1992; Lundvall, 1992). En este marco la CTI se define dentro de sistemas de innovación conformados por diferentes actores y capacidades, cuyo fomento es clave para incrementar la competitividad de los países en un contexto globalizado. Finalmente, en las últimas dos décadas surgió el tercer marco denominado Transformativo (Schot & Steinmueller, 2018). Este marco entiende la CTI como un medio para enfrentar los grandes desafíos de la humanidad en términos de necesidades sociales y sostenibilidad con el entorno. Es importante aclarar que estos marcos no son necesariamente excluyentes sino potencialmente complementarios.

Las políticas bajo el marco 1 conciben la innovación como un proceso lineal y el conocimiento científico como un bien público (Schot & Steinmueller, 2018). Además, los

<sup>42</sup> Enfoque en el que se considera que la innovación comienza con el descubrimiento científico, seguido de la invención, la ingeniería y las actividades de fabricación, y finalizando con la comercialización de un producto o proceso nuevo (Dogson, 2000).

roles de los actores en estas políticas son claramente definidos sin bucles explícitos de retroalimentación. Por un lado, los científicos deben buscar el avance de la ciencia y publicar su trabajo revelando sus métodos y descubrimientos. Por otro lado, el sector privado debe transformar los descubrimientos científicos en innovaciones que contribuyan al crecimiento económico sostenido de largo plazo. Finalmente, el Estado debe proveer bienes públicos que permitan resolver las fallas de mercado que generan un nivel subóptimo de inversión en conocimiento científico y tecnológico. Por lo tanto, estas políticas se caracterizan por el rol del estado como promotor de la ciencia bajo el estímulo a la I+D y su limitada competencia como catalizador de la innovación.

**Las políticas de CTI bajo el marco 2 conciben la innovación como un proceso interactivo con bucles de retroalimentación, reconocen que el conocimiento científico y tecnológico tiene importantes elementos tácitos, y que existen diversas fuentes de innovación** (Schot & Steinmueller, 2018). Además, reconocen que el cambio tecnológico es acumulativo y dependiente de una trayectoria, y que el conocimiento es generado a través de la interacción de diversos actores (Nelson & Winter, 1982). Por lo tanto, las políticas son desarrolladas bajo modelos de alineación y coordinación de actores a diferentes niveles (sectoriales, territoriales, y similares), promoviendo el fortalecimiento de alianzas, el aprendizaje de los actores del sistema y el emprendimiento para el desarrollo de ventajas competitivas y la solución de fallas de mercado. Recientemente también se resaltó la importancia del rol del estado como financiador de alto riesgo para desarrollar nuevas tecnologías (Mazzucato, 2013).

**Sin embargo, estos enfoques de política de CTI no han sido suficientes para que la gran mayoría de países en desarrollo alcancen la frontera tecnológica de las economías avanzadas** (Pritchett, 1997; Comin & Mestieri, 2016). Los países en desarrollo han intentado replicar los instrumentos de política de otros sistemas nacionales de innovación con resultados infructuosos (Cirera & Maloney, The Innovation Paradox, 2017). De hecho, a pesar del gran potencial de retorno de la innovación, los países en desarrollo innovan mucho menos que los países avanzados; esto se conoce como la paradoja de la innovación (Cirera & Maloney, The Innovation Paradox, 2017). Esta situación es resultado de que los retornos de la inversión en I+D aumentan en función de desarrollo tecnológico hasta cierto nivel de distancia de la frontera tecnológica, a partir del cual los retornos en I+D serán más bajos debido a la ausencia de 3 elementos requeridos, a saber: (i) capacidades gerenciales y organizacionales de las firmas; (ii) factores complementarios como por ejemplo, el ambiente regulatorio, y (iii) capacidades gubernamentales, para gestionar la creciente complejidad y amplitud de las políticas de innovación (Cirera & Maloney, 2017).

Para solucionar los retos que exhibe la paradoja de la innovación, Maloney y Cirera (2017) proponen el modelo de escalera de capacidades. Este modelo conceptual postula que los países pueden optimizar la inversión en CTI escogiendo la combinación apropiada de instrumentos de política y alineándolos con sus necesidades en materia de política fiscal y monetaria. Este modelo plantea tres etapas de madurez de los sistemas nacionales de innovación. En la primera etapa los países deben enfocar sus esfuerzos a desarrollar capacidades de producción y gestión de conocimiento. En la segunda, los países deben dirigir sus esfuerzos a desarrollar capacidades tecnológicas y en la última etapa, la orientación principal de sus políticas debe ser hacia el desarrollo de capacidades de invención y generación de tecnología. A este aspecto, es importante aclarar que el avance en la escalera de capacidades no implica abandonar los esfuerzos en etapas previas, de hecho, muchos países avanzados continúan invirtiendo de forma rentable en la primera etapa (Cirera & Maloney, The Innovation Paradox, 2017).

### **3.3. Políticas de CTI: políticas de innovación transformativa y política orientada por misiones**

Las políticas transformativas de CTI o de marco 3, conciben el proceso de innovación como la interacción de múltiples actores en procesos de negociación para identificar rutas alternativas con potencial para generar cambios sistémicos guiados por objetivos sociales y ambientales (Schot & Steinmueller, 2018). A diferencia de las políticas bajo los otros dos marcos, estas políticas reconocen la sostenibilidad, la pobreza y la desigualdad en la distribución e ingresos como parte esencial de las políticas de innovación. Es decir, la direccionalidad del desarrollo tecnológico está ligado estrechamente a los problemas de los sistemas sociotécnicos. Por lo tanto, el proceso de innovación tiene que incluir procesos de experimentación sistémica y el desarrollo y escalamiento de nichos y pilotos (Schot & Geels, 2008). Por otro lado, estos sistemas reconocen al Estado como un agente generador de CTI y que puede crear o moldear mercados (Mazzucato, 2013; Mazzucato, 2015). Además, el Estado puede abogar por nuevos arreglos institucionales que permitan anticipar los efectos del cambio tecnológico y las posibles trayectorias de innovación (Schot & Steinmueller, 2018). Por consiguiente, las políticas bajo el marco 3 centran sus intervenciones en direccionar la innovación hacia la solución de retos públicos con un fuerte énfasis en procesos de experimentación.

Así, las Políticas Orientadas por Misiones (POM) son una alternativa de intervención dentro del espectro del marco 3. Las POM se definen como políticas públicas sistémicas que se basan en conocimiento de frontera para alcanzar objetivos específicos (Institute for Innovation and Public Purpose, 2019). Este tipo de política reconoce que la innovación tiene un ritmo, pero también una dirección, y por tanto es un medio para abordar los retos

complejos de la sociedad, del ambiente, y de la economía (Mazzucato, 2018). La solución a estos retos requiere ser abordada mediante misiones las cuales son definidas como objetivos concretos dentro de estos retos que actúan como marco y estímulo para la innovación (Mazzucato & Dibb, 2019). Es por esto que las misiones actuales son mucho más complejas que las del pasado dado que sus límites son menos acotados y su definición debe ser realizada por múltiples y diversos actores (Mazzucato & Dibb, 2019). De este modo, el éxito de estas políticas depende de la coordinación de actores y sectores y de su capacidad para permitir la experimentación y el aprendizaje de base con el fin de generar bucles dinámicos de retroalimentación.

**Estas características de las POM las hacen diferentes a las intervenciones de política tradicionales.** El objetivo principal de la política tradicional es solucionar fallas de mercado y coordinación mientras que la de las POM tienen como fin generar valor público y crear nuevos mercados (Kattel & Mazzucato, 2018). Por otro lado, las POM no establecen las soluciones correctas de antemano, sino que estimulan el desarrollo de un rango de soluciones y recompensan a los actores que toman los riesgos (IIPP-UCL, 2019). Las POM estimulan el desarrollo de las tecnologías de propósito general que tienen el potencial de transformar la estructura productiva y los patrones de consumo de la economía (IIPP-UCL, 2019). Debido a este enfoque la gestión de las POM es dinámica y su evaluación no se realiza de forma ex-ante y ex-post, sino de forma iterativa y por hitos.

**Así mismo, las POM son una oportunidad para fortalecer la diplomacia científica y enfrentar los retos articulados entre diferentes instituciones.** La cooperación internacional es importante para encontrar e implementar soluciones a las misiones y requiere políticas tanto basadas en la oferta como en la demanda (Comision Europea, 2017). Por lo tanto, esta cooperación alrededor de misiones abre la posibilidad de que la diplomacia científica sea una herramienta clave de cooperación internacional para enfrentar los retos más urgentes de la globalización y alcanzar el desarrollo de largo plazo propuesto por los ODS (Comision Europea, 2018). En relación con estas particularidades y con los marcos anteriores, la

Figura 4 presenta un resumen de los marcos de política presentados.

BORRADOR

Figura 4. Resumen de los marcos de política

	Políticas basadas en marco lógico		Políticas orientadas por misión
	 Marco I: Science Push	 Marco II: Sistemas de innovación	 Marco III: Innovación transformativa
Objetivos	Crecimiento económico y productividad	+ Competitividad	Sostenibilidad
Motivación	Fallas de mercado	+ Fallas de coordinación	Generar valor público, creando nuevos mercados
Rol del estado	Proveer bienes públicos	Catalizador de innovación	Activo y Emprendedor
Abordaje	Intervenciones para I+D	Escalera de capacidades Triple hélice	Innovación orientada a misiones Nichos tecnológicos

Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP (2021).

### 3.4. Principios y enfoques

A partir del marco teórico expuesto anteriormente se han definido 8 principios rectores para la presente Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031. Estos principios son ideas que soportan el desarrollo de la CTI y las acciones de política a los problemas que se identifican en la sección de diagnóstico del presente documento. Los principios son:

- Ética e integridad científica.** se refiere a priorizar los códigos de ética sociales, profesionales y de investigación vigentes respetando la biosfera y la biodiversidad, los derechos humanos, de los demás seres vivos y de la naturaleza; primando la acción sin daño, el respeto a la propiedad intelectual, el trabajo digno, la responsabilidad, la seguridad, la transparencia y la veracidad.
- Excelencia.** La praxis de la actividad en CTI debe llevarse a cabo con los mejores estándares de calidad, entendiendo la excelencia como un principio multidimensional en el que es importante valorar condiciones, procesos e impactos tangibles e intangibles.
- Articulación intersectorial e interinstitucional.** Se refiere a la articulación de los diversos sectores institucionales, económicos y sociales para dar respuesta adecuada e integral a los desafíos del país.
- Direccionalidad y prospectiva.** Consiste en fomentar la innovación orientada a misiones, la transformación de los sistemas sociotécnicos y el desarrollo de nuevos mercados, así como condiciones de bienestar social basados en innovación,



guiadas por los análisis del pasado, las tendencias actuales y la modelación del futuro.

- e. **Interdisciplinariedad, colaboración y diálogo de saberes.** Se entenderá como la colaboración entre las distintas perspectivas epistemológicas, disciplinares y los saberes para abordar problemas complejos que requieren entendimientos y estrategias multidimensionales.
- f. **Inclusión y justicia social.** Se refiere a las particularidades de cada territorio y población, promoviendo su vinculación activa y el diálogo entre diversos actores para asegurar su pertinencia.
- g. **Sostenibilidad.** Consiste en la contribución al balance de los factores ambientales, sociales y económicos en las estrategias de desarrollo para garantizar la calidad de vida de las futuras generaciones.
- h. **Evaluación y flexibilidad.** Las políticas y estrategias de CTI, deben evaluarse para generar evidencias y permitir mejoras o rediseños.

Por otro lado, los enfoques diferencial, territorial y participativo de política harán parte de la presente política de CTI. El enfoque diferencial puede definirse como un método de análisis para hacer visibles formas de desigualdad y discriminación y como una guía de acción para proveer atención y protección a los derechos de la población (Forst, 2018; Ministerio del Interior, 2015). Este enfoque está compuesto por acciones que pueden ser implementadas por el gobierno, el sector empresarial, la academia o la sociedad en general y que mediante un trato diferenciado contribuyen a reducir las brechas sociales, económicas y políticas (MinInterior, 2015; Leon, 2017; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021). Este enfoque encuentra sustento jurídico en la Constitución Política de Colombia en los artículos 7 y 13<sup>43</sup>. Por otro lado, el enfoque territorial propende por la comprensión de las configuraciones particulares que se dan en los territorios, dada su ecología, cultura, institucionalidad y demás factores, con el fin de hacer políticas en CTI que respondan a esas particularidades. Finalmente, el enfoque participativo busca la co-creación e implantación de la política con todos los actores del SNCTI.

### 3.5. Conceptualización de la política

En el marco del desarrollo de la presente política, se identificaron más de 700 acciones de 18 documentos de política previos relacionados con CTI y se recopilaron las

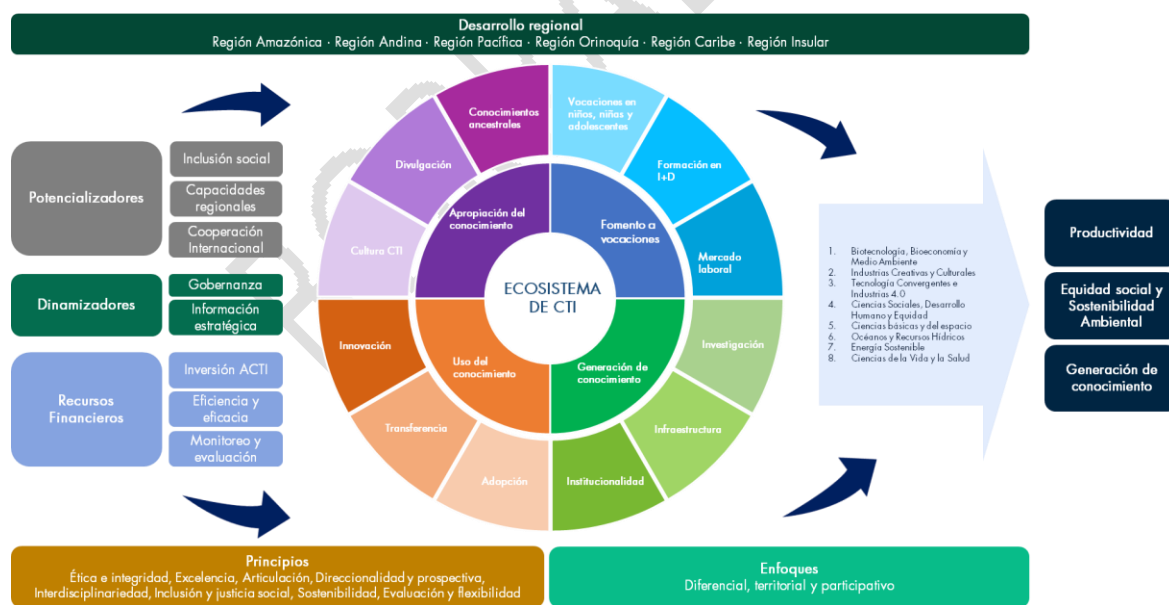
---

<sup>43</sup> El Estado debe reconocer y proteger la diversidad étnica y cultural de la Nación colombiana y promover las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptar medidas en favor de grupos discriminados o marginados

recomendaciones de la *Misión internacional de sabios* (2019) alrededor de los retos, las misiones y los focos estratégicos definidos. Luego de un análisis de estos insumos, en un trabajo conjunto entre el DNP y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación se identificaron 7 factores clave para el desarrollo de la CTI en el país, que son transversales a las problemáticas, barreras, recomendaciones y acciones de dichos documentos.

En consecuencia, la conceptualización de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031 es el resultado de la interacción entre ejes, principios y enfoques, tal como se muestra en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..* Los ejes transversales de la política son: (i) fomento a vocaciones; (ii) generación de conocimiento; (iii) uso del conocimiento; (iv) apropiación del conocimiento; (v) potencialidades regionales, sociales, e internacionales; (vi) factores dinamizadores, y (vii) recursos financieros. Los cuatro primeros son los ejes constitutivos del SNCTI, mientras los tres restantes son elementos habilitantes para su funcionamiento. Además, cada eje contiene 3 o 4 temáticas que funcionan como unidades de análisis y de política. Toda la visión de la política se soporta en los 8 principios y los 3 enfoques que guían la identificación y definición de soluciones.

Figura 5. Conceptualización de la presente política de CTI.



Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP con información del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021)

Esta conceptualización de la política de CTI sigue los lineamientos de las propuestas y recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios. Los 7 ejes del ecosistema se soportan en los actores del SNCTI del nivel nacional y regional. Entre los factores

dinamizadores del SNCTI, se encuentran la gobernanza y la información estratégica y los factores potencializadores son la inclusión social, las capacidades regionales y la cooperación internacional. Por tanto, los 7 ejes y sus temáticas están orientados hacia los 8 focos temáticos priorizados por dicha misión para el cumplimiento de 3 grandes propósitos: la CTI para la generación de nuevo conocimiento y el fortalecimiento de la ciencia básica; la CTI para la productividad y la competitividad; y la CTI para la equidad social y la sostenibilidad ambiental.

#### 4. DIAGNÓSTICO

**En Colombia la baja contribución de la ciencia, la tecnología y la innovación limita el desarrollo social, económico, ambiental y sostenible.** De acuerdo con Fagerberg & Verspagen (2002), la CTI es un factor fundamental para el crecimiento económico de largo plazo, y favorece el cambio tecnológico como canal de mejora del bienestar social y el desplazamiento de la frontera de productividad global (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018). No obstante, el país no cuenta con un alto nivel de inversión en I+D y sus capacidades de innovación son limitadas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2021; Foro Económico Mundial, 2019), lo cual desacelera su desarrollo y crecimiento.

**Asimismo, el país enfrenta retos en el desarrollo de políticas de CTI con un enfoque diferencial, territorial y participativo.** Múltiples iniciativas en materia de CTI no han evidenciado las formas de desigualdad y discriminación que pueden existir en el ecosistema innovador (MinInterior, 2015), además no contemplan las diferencias que se dan en los territorios por su diversidad ecológica, cultura, institucional, entre otros factores. Además, la apropiación de la CTI es limitada para algunos segmentos de la población (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2015), lo que puede propender el desarrollo de políticas que no atiendan las necesidades de sus usuarios o no responden a sus particularidades.

**Estos problemas que enfrenta el país en materia de CTI, se encuentran asociados a los siete ejes identificados en la sección anterior.** Los ejes problemáticos son: (i) insuficiente desarrollo de vocaciones STEM, formación y vinculación de capital humano altamente calificado; (ii) débil entorno habilitante para la investigación; (iii) bajo uso, adopción y transferencia del conocimiento generado; (iv) baja apropiación social del conocimiento; (v) Insuficiente uso de las potencialidades regionales, sociales e internacionales en la generación y uso del conocimiento; (vi) débil dinamización del SNCTI, e (vii) insuficiencia en el volumen, la eficiencia y la evaluación de la financiación de la CTI. Estos problemas son elementos

comunes a los retos, las misiones y los focos estratégicos propuestos por la *Misión Internacional de Sabios* (2019).

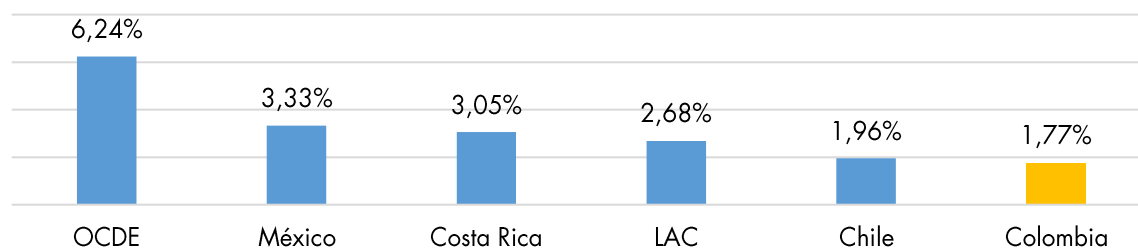
#### 4.1. Insuficiente desarrollo de vocaciones Steam, formación y vinculación de capital humano en CTI<sup>44</sup>

En esta sección se identifican 3 problemáticas asociadas a las brechas de talento y el capital humano en CTI que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana: (i) Bajo desarrollo de vocaciones científicas en la población infantil y juvenil del país; (ii) déficit de capital humano en cti, y (iii) baja inserción del capital humano en cti en el sector productivo.

##### 4.1.1. Bajo desarrollo de vocaciones científicas en la población infantil y juvenil del país

El país presenta un amplio rezago frente a pares internacionales en materia de formación de capital humano en áreas del conocimiento Steam. Además, la mayoría de los grupos de investigación en todas las regiones del país son del área de ciencias sociales (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021). Mientras que el 1,77 % de los matriculados a la educación superior corresponde a estudiantes en áreas relacionadas con matemáticas, ciencias y estadística, en promedio los países OCDE alcanzan matrículas del 6,24 % (Gráfico 1). Esta brecha se mantiene, aunque en una proporción menor, para países de la región como México y Costa Rica.

Gráfico 1. Porcentaje de matriculados en programas universitarios en áreas de matemáticas, ciencias y estadística sobre el total de matriculados en 2017



Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2020).

Existen debilidades en la educación y en la orientación vocacional para la CTI en la población infantil y juvenil. Con relación a la primera causa, en las pruebas del Programa

<sup>44</sup> Steam: acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas).

internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), entre 2015 y 2018, Colombia desmejoró el puntaje en ciencias pasando de 416 a 413 puntos; así también, el 51 % de los estudiantes no alcanzó el nivel mínimo esperado en 2018 (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2020), siendo matemáticas el área con el más bajo desempeño que solo aumentó un punto en el mismo periodo (de 391 a 392) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018)<sup>45</sup>. A pesar de que los programas de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación han impulsado el fomento de las vocaciones científicas, su enfoque de acceso por demanda limita la cobertura deseada. Actualmente el Programa Ondas<sup>46</sup> se implementa sólo en 9 de los 32 departamentos del país y para el caso del Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores, el Estado sólo logra financiar el 40 % de la demanda a nivel nacional (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).

**La falta de orientación vocacional y construcción de perfiles profesionales se refleja en la tasa de deserción en educación superior, que para Colombia es del 37 % y la baja inserción en carreras STEM (Banco Mundial, 2019).** Enfoques gubernamentales como la *Estrategia Nacional de Orientación Socio Ocupacional* y el boletín *Saber para decidir*, no han logrado un cambio en la demanda de carreras técnicas y profesionales o un ajuste de la oferta de educación superior<sup>47</sup> (Ministerio de Educación Nacional, 2019). Además, los semilleros de investigación no se han consolidado como una estrategia para la formación de investigadores, pues no cuentan con lineamientos de carácter nacional ni han sido objeto de reconocimiento y valoración institucional por parte del SNCTI (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021). Adicionalmente, el país no cuenta con un sistema unificado de información de las acciones realizadas por los distintos actores del SNCTI para el fomento y desarrollo de vocaciones científicas; ni se dispone de información precisa en este tema acerca de acciones dirigidas a poblaciones étnicas y en condición de vulnerabilidad (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018).

#### 4.1.2. Déficit de capital humano en CTI

**El capital humano con el que cuenta el país para mejorar la calidad de la investigación y la educación es insuficiente (Gómez, 2015).** La brecha de capital humano con formación para la CTI es amplia respecto a países de Latinoamérica y entre las regiones

---

<sup>45</sup> En el ranking internacional de las pruebas PISA Colombia cayó en todas las áreas: en ciencias del número 57 al 62; en habilidades de lectura del 54 al 58 y en matemáticas del 61 al 69, entre 2015 y 2018.

<sup>46</sup> El programa Ondas consiste en una asignación directa de recursos a los grupos de investigación que son elegidos por convocatoria, por lo cual no se garantiza la promoción de la investigación científica en los niños, niñas y jóvenes de todo el país, sólo a un grupo minoritario.

<sup>47</sup> De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, lo anterior se refleja en la poca demanda de programas Steam en comparación con los programas de economía, administración, contaduría, ciencias sociales y humanas, a pesar de su alta demanda laboral.

del país. Pese a que en los últimos años se ha incrementado el número de oportunidades de acceso a la formación de alto nivel<sup>48</sup>, para 2017 el país solo tenía 0,17 investigadores por cada 1.000 personas de la población económicamente activa, mientras que la misma tasa en LAC para 2018 era de 1,03 (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, 2018). Por otro lado, las regiones del país presentan entre sí amplias diferencias en el capital humano para CTI, ya que Bogotá tiene 0,75 investigadores por cada 1000 habitantes mientras que la región centro-oriente 0,28 y la región pacífica 0,27 (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020).

Sumado a esto, la formulación de los planes de formación de talento humano en el país tiene debilidades en la focalización de áreas de conocimiento estratégicas y emergentes que estén en sinergia con el tejido empresarial, la academia y el sector público<sup>49</sup>. Según cifras de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2018), entre 2008 y 2016 el 47 % de los graduados en programas de doctorados en Colombia correspondió a ciencias sociales y humanidades; seguido de un 19 % en ciencias naturales y exactas; 13 % en ciencias médicas; 14 % en ingeniería y tecnología; y finalmente, 7 % en ciencias agrícolas. A pesar de que la agroindustria es una de las apuestas productivas del país, para el 2017 el número de investigadores que se desempeñaban en esta área correspondió al 4,8 % del total de investigadores colombianos, un nivel bajo comparado con países como Argentina (9,6 %) o Paraguay (22,3 %) (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, 2018). Estas brechas se acentúan en las regiones dada su disparidad ya que el 51% de los beneficiarios de la Estrategia de Formación de Alto Nivel del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación provienen de las ciudades principales, y varios departamentos no están representados (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).

#### 4.1.3. Baja inserción del capital humano en CTI en el sector productivo

Conjunto a los retos de formación de capital humano en CTI, el país presenta rezago en el nivel de vinculación y demanda de estos profesionales. De acuerdo con el *Global Innovation Index* (GII) Colombia ha tenido un descenso continuo en el empleo intensivo en conocimiento cayendo de la posición 57 en 2013 a la 86 en 2019 (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021). En el año 2017, sólo el 2,62 % de los investigadores colombianos se encontraban vinculados a empresas mientras que el promedio de LAC era

---

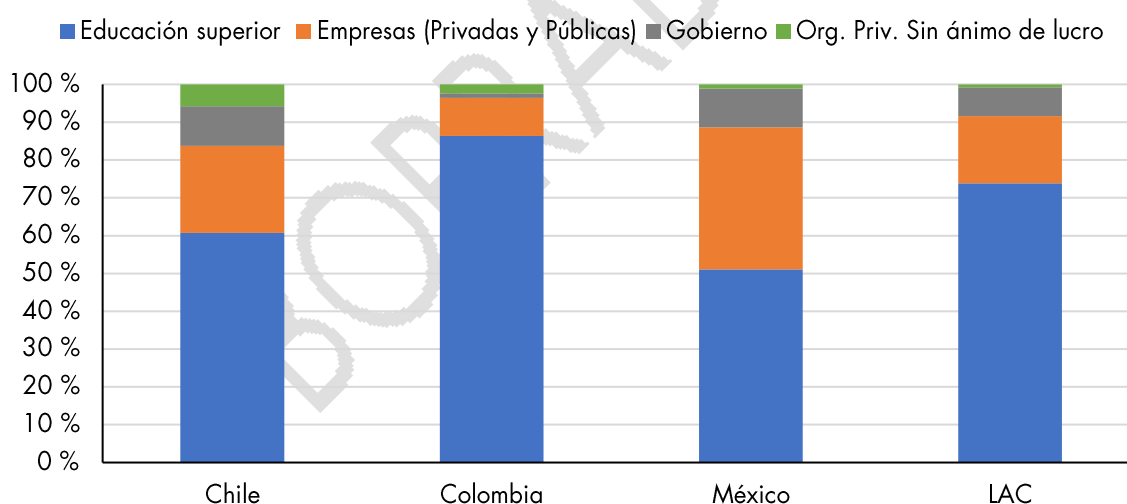
<sup>48</sup> De acuerdo con el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Colombia pasó de 356 becas de doctorado y 1.467 de maestría en 2008 a 981 y 4.446 becas en 2017.

<sup>49</sup> Esta falta de articulación se refleja en un bajo ajuste de la oferta educativa nacional, tanto en el desarrollo de nuevos programas académicos, revisión curricular de los programas existentes, y selección de las líneas de investigación y programas internacionales para el otorgamiento de becas a nivel de maestría y doctorado.

16,6 % (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, 2020). Además, solo 24,5 % de las empresas del sector manufacturero reportaron personas trabajando en actividades de CTI que representaban el 1,8 % del personal de la industria (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2018). Por otro lado, como se muestra en el Gráfico 2, Colombia es el país con la menor proporción de investigadores fuera de la academia (4,4 %) mientras el promedio de LAC está en 27,7 %.

Por otro lado, la contratación de docentes con educación doctoral es baja. Si bien la mayor parte de los investigadores activos con doctorado en el país se encuentran vinculados a la academia<sup>50</sup>. Según el reporte estadístico del Ministerio de Educación Nacional para 2019 el 9,2 % de los docentes de las IES correspondían a profesores con título de doctorado (Ministerio de Educación Nacional, 2020). Esta cifra es levemente menor a la de otros países de la región como Chile, donde el 13,9 % de los docentes de las IES corresponden a docentes con títulos de doctorado en el año 2019 (Subsecretaría de educación de Chile, 2020).

Gráfico 2. Investigadores por sector de vinculación, 2017



Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2018).

(\*) Los datos de Chile y México son de 2016.

Además, los incentivos e instrumentos orientados a la inserción de doctores en los sectores empresarial y público son insuficientes. El Ministerio de Ciencia, Tecnología e

<sup>50</sup> De acuerdo con el Observatorio colombiano de Ciencia y Tecnología (2014) de los 4.539 investigadores activos con doctorado en el 2012 el 90,8 % se encontraba vinculado a IES.



Innovación ejecutó varias convocatorias para la vinculación de recurso humano de alto nivel, entre ellas el programa *Inserción Laboral*<sup>51</sup>. Pese a los resultados positivos en las empresas beneficiarias, como la mejora de su productividad en un 29,2 % y la reducción de sus costos en un 12,5 %; al finalizar el proceso la mayoría de las empresas decidieron no continuar con el apoyo de doctores aduciendo incapacidad para pagar por sí solas su salario (Estupiñan, 2014). Por otra parte, los esfuerzos realizados por habilitar programas de vinculación de doctores a entidades del Gobierno nacional también se vieron frustrados por la limitada capacidad de crear nuevas plazas para vincular profesionales de este nivel de formación (Centro Nacional de Consultoría, 2017).

Otros de los retos en la inserción de capital humano en CTI en el mercado de trabajo, son el bajo reconocimiento social de la carrera de investigador y la baja atracción de talento humano. En el sector gubernamental y académico no se establecen cargos bajo la denominación de *investigador* como nivel o perfil de empleo y este sector no siempre es del interés de los investigadores (Organización para los Estados Iberoamericanos, 2012). Esta situación incrementa la probabilidad de fuga de cerebros con lo cual se disminuye la tasa de retorno de la inversión realizada desde el Gobierno nacional a la formación de alto nivel (Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación, 2019).

#### 4.2. Débil entorno habilitante para la generación de conocimiento

En esta sección se identifican 3 problemáticas asociadas a la calidad e impacto del conocimiento en el país que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana: (i) baja capacidad de generación de conocimiento científico; (ii) insuficiente desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica, y (iii) débiles capacidades de las IGC y de las entidades de soporte.

##### 4.2.1. Baja capacidad de generación de conocimiento científico

La producción científica total y en STEM en Colombia se encuentra rezagada en cuanto a volumen e impacto. En 2019 el aporte del país a la producción científica mundial fue del 0,33 % ubicándolo por debajo de Brasil, México, Chile y Argentina (Scimago, 2020). Asimismo, en Colombia se publican 4,5 artículos por billón de dólares del PIB *per-cápita* (PPA

---

<sup>51</sup> La Evaluación de Resultados del Programa Piloto de Inserción Laboral de Doctores de Colciencias desarrollado mediante la Convocatoria 535 de 2011 tuvo una inversión de 9.200 millones de pesos y benefició a 24 empresas y 28 doctores. Otros de los principales resultados reportados por las empresas participantes son los nuevos procesos productivos (20,8 %) y nuevos métodos de comercialización (12,5 %) especialmente para aquellas empresas que ya contaban con unidades de I+D. Para aquellas que no contaban con experiencia en ACTI se produjo la creación de unidades de I+D, así como acceso a redes de conocimiento. Esta inversión tuvo una tasa interna de retorno del 6,78 %.



en USD)<sup>52</sup> lo cual es menor que lo que publica Argentina (6,8); Brasil (9,7); y Chile (13,2) (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021). Por otro lado, en el año 2019 Colombia se ubicó en el puesto 46 y 5 respecto al índice H<sup>53</sup> a nivel mundial y latinoamericano, respectivamente (Scimago, 2020). Finalmente, a pesar de que la producción científica total<sup>54</sup> ha aumentado de forma continua, la producción en STEM no lo ha hecho. En el periodo 2008-2017 la participación de áreas STEM en el total de la producción científica del país cayó del 82,3 % al 75,8 % en Scopus (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2019).

**Los incentivos para la generación de producción científica de calidad son insuficientes.** El sistema científico mundial presenta una baja pertinencia de la investigación a los retos regionales y nacionales (Arocena, Göransson, & Sutz, 2018). En Colombia esta dinámica es reforzada por la estructura asimétrica de incentivos del Decreto 1279 de 2002<sup>55</sup> para las IES públicas, que privilegia la investigación sobre la extensión y la docencia, los cuales también son ejes fundamentales de la universidad consignados en la Ley 30 de 1992<sup>56</sup> (Universidad de Antioquía, 2014).

**Por otro lado, la ciencia abierta presenta un bajo desarrollo en el país.** La ciencia abierta involucra la apertura del acceso a la producción y los datos científicos, así como la participación de la ciudadanía en la ciencia (Smith, Gunashekar, Lichten, Parks, & Chataway, 2016). En Colombia, las principales barreras de la ciencia abierta son la falta de recursos para la financiación, el limitado conocimiento sobre sus potenciales beneficios, la falta de motivación e incentivos y la débil infraestructura tecnológica (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018). De hecho, ya que los mayores incentivos en el país están dirigidos a la publicación de artículos en revistas indexadas en WOS y SCOPUS, el acceso abierto a la producción nacional se ha obstaculizado debido a las restricciones de estas plataformas (Uribe-Tirado, 2016). Por otro lado, en el país hay una baja cultura de datos abiertos (Departamento Nacional de Planeación, 2018) lo cual obstaculiza el desarrollo de la ciencia abierta.

---

<sup>52</sup> Paridad del Poder Adquisitivo (PPA): establece que los niveles de precios en diferentes economías deben ser iguales. De esta forma, los tipos de cambio entre diversas monedas deben mantener el mismo poder adquisitivo en cualquier parte del mundo (lo que compro con un dólar en Colombia, debería ser igual a lo que puedo comprar en Ecuador, Estados Unidos, y demás países con un dólar).

<sup>53</sup> Índice H: El índice h expresa el número de artículos de la revista Scimago que han recibido al menos h citas. Cuantifica tanto la productividad científica de la revista como su impacto científico. También es aplicable a científicos, países, etc.

Artículos y documentos científicos

<sup>54</sup> Artículos y documentos científicos.

<sup>55</sup> Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales.

<sup>56</sup> Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior.

Finalmente, se exhibe un débil reconocimiento de los lineamientos en ética de la investigación, bioética e integridad científica por parte de los diversos actores del SNCTI. En la encuesta realizada para la política vigente en este aspecto, la problemática más recurrente es el bajo grado de conocimiento, uso, articulación y actualización de lineamientos mínimos éticos de investigación y de integridad científica (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2017)<sup>57</sup>. Además, en dicha encuesta se identificó que las malas prácticas más frecuentes en el ejercicio de la CTI son: (i) omisión o inclusión de autores en publicaciones sin el respectivo reconocimiento o mérito (54,8 %); (ii) falta de rigurosidad en la trazabilidad de los datos, su recolección, análisis y custodia (51,9 %); (iii) falta de compromiso, seguimiento y acompañamiento en la dirección de trabajos de grado (42,2 %), y (iv) realización de investigaciones sin el respectivo aval y seguimiento de un Comité de ética de la investigación o de bioética (37,7). Así mismo, muchas de las instituciones que realizan CTI y que han ingresado recientemente a hacer parte más activa del SNCTI, no reconocen la importancia de contemplar lineamientos en ética científica, como camino a la excelencia científica (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2017).

#### 4.2.2. Insuficiente desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica

Respecto a sus pares, los investigadores colombianos cuentan con una infraestructura inferior para realizar investigación. Colombia ha descendido a nivel internacional respecto a la infraestructura para la CTI<sup>58</sup>, mientras que en 2013 superaba al 74,6 % de los países medidos por el GII en el subíndice de infraestructura en 2020 superó a solo al 56,9 % (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021) . Por otro lado, en 2017 el gasto promedio en I+D por investigador en Colombia fue de USD 58.260 lo cual es inferior en USD 16.900 al promedio de LAC (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, 2020).

El país tiene estado inadecuado de su infraestructura física y equipamientos de laboratorios. De acuerdo con el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) en 2015 solamente el 10 % de los laboratorios se encontraba acreditados para realizar ensayos y calibraciones<sup>59</sup>. Actualmente, no se dispone de información que permita establecer las condiciones del país en relación con la obsolescencia y antigüedad de equipos robustos para la CTI.

---

<sup>57</sup> Resultado obtenido mediante encuesta en la que participaron 832 personas, la mayoría investigadores reconocidos por Colciencias.

<sup>58</sup> Este subíndice incluye infraestructura de TIC, infraestructura general y sostenibilidad ecológica.

<sup>59</sup> Información suministrada el por el ONAC vía correspondencia institucional el 16 de julio de 2015.

El país presenta un rezago en infraestructura empresarial de alta tecnología. El país en las categorías de exportaciones de alta tecnología, exportaciones de servicios TIC y manufactura de alta tecnología ocupa el puesto 69; 90, y 63 respectivamente entre 132 países (Cornell University; Institut Européen d'Administration des Affaires; World Intellectual Property Organization, 2019)<sup>60</sup>. Respecto a factores habilitantes para la Industria 4.0, el bajo número de laboratorios del país certificados internacionalmente es una barrera de entrada importante para participar en Cadenas de Valor Global con países con altos estándares de calidad (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2019).

#### **4.2.3. Débiles capacidades de las Instituciones Generadoras de Conocimiento (IGC) y de las entidades de soporte en su misionalidad**

Las IGC presentan debilidades en sus capacidades misionales. Colombia se ubica en la posición 35 de 132 a nivel global respecto al promedio de puntuación de sus tres mejores universidades en la clasificación mundial de universidades QS ranking (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021). Esta puntuación ubica al país por debajo de Chile, Argentina, México y Brasil en reputación académica, calidad de la investigación y la enseñanza e internacionalización de las universidades del país. Además, en el Ranking Web de Centros de Investigación del Mundo, ninguno de los centros de investigación colombianos está dentro de los primeros 1.000 a nivel global y sólo cuenta con 3 dentro de los primeros 100 a nivel latinoamericano (Laboratorio de Cibermetría, 2019)<sup>61</sup>.

Por otro lado, las entidades de soporte<sup>62</sup> presentan falencias en sus capacidades e institucionalidad. Aunque el 41 % de las entidades tienen servicios de laboratorio, el 92% de las pruebas que ejecutan no cuentan con certificación. Estas entidades presentan una alta rotación del personal, ya que al menos el 45 % del personal de los centros está vinculado en el desarrollo de proyectos y servicios tecnológicos. Esto es un problema reconocido en la literatura, ya que la alta rotación del personal afecta la base de conocimiento institucional; genera costos adicionales y afecta la efectividad de la organización (Fidalgo & Borges, 2012). Por último, el 64 % de estas entidades depende financieramente de la disponibilidad

---

<sup>60</sup> De acuerdo con la teoría de complejidad económica, es posible inferir las capacidades tecnológicas de un país a partir de sus exportaciones (Hidalgo & Hausmann, 2009).

<sup>61</sup> Los tres institutos y sus respectivas posiciones a nivel latinoamericano y global son: Instituto Nacional de Salud (39 de 1.066), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt (51 de 1.267) y AGROSAVIA (61 de 1.540).

<sup>62</sup> Agrupa aquellas entidades que proporcionan servicios científicos y tecnológicos: Centros de Investigación, Centros de Desarrollo Tecnológico, Parques CTI, entre otros. Ver glosario.

de recursos de terceros y solo el 28 % obtiene sus principales ingresos por venta de servicios (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2020).

Adicionalmente, las entidades de soporte presentan un bajo esfuerzo y orientación comercial y debilidades en su plataforma estratégica y en propiedad intelectual (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2020). La transferencia tecnológica y la gestión de propiedad intelectual no tienen un peso relevante dentro de estas entidades (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2020). En particular, el instrumento de política mencionado señala que las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) presentan deficiencias en sus capacidades de prospectiva tecnológica, de construcción de portafolios de propiedad intelectual y en la prestación de servicios especializados.

#### 4.3. Bajo uso del conocimiento

En esta sección se identifican 3 problemáticas asociadas a los bajos niveles de innovación y productividad del país que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana: (i) bajas capacidades y condiciones para innovar y emprender; (ii) bajo desarrollo y transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo, y (iii) rezago en la adopción de tecnologías.

##### 4.3.1. Bajas capacidades y condiciones para innovar y emprender

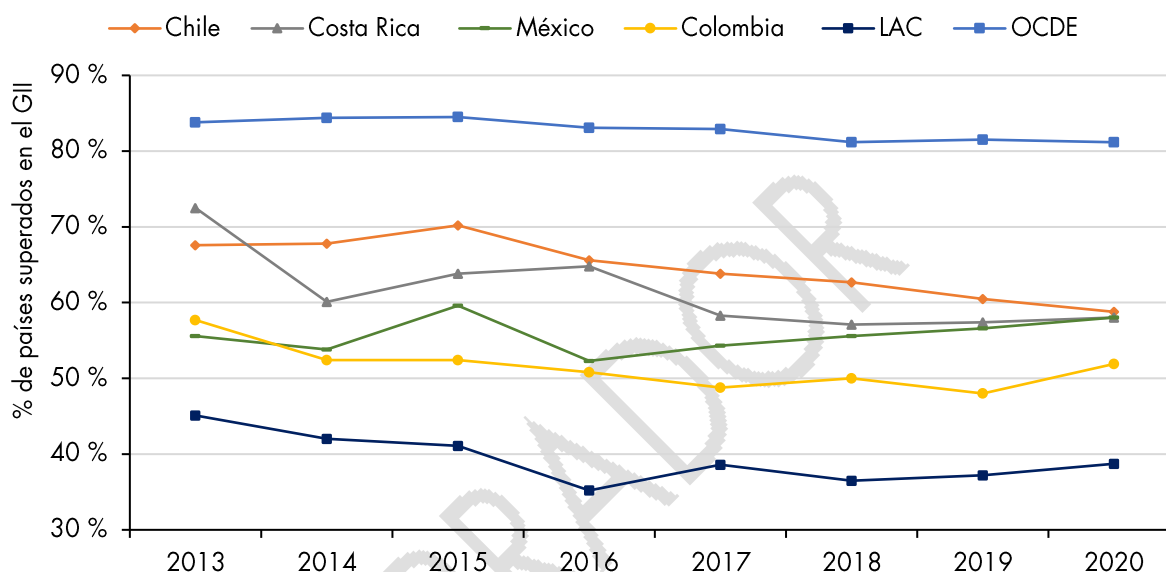
Colombia presenta una baja capacidad innovadora en todos los sectores del país, tal como lo refleja su desempeño en el GII. En su última edición de 2021, el país ocupó el puesto 68, lo cual puede ser explicado en función de un débil desempeño en los pilares de sofisticación de negocios; infraestructura tecnológica; y sofisticación de mercado, que son los pilares en los que el país se encuentra peor posicionado (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021). Sin embargo, este desempeño se viene presentado desde 2014, ya que el país supera cada vez menos países en dicho índice como se puede apreciar en el

Gráfico 3 (Departamento Nacional de Planeación, 2019)<sup>63</sup>.

---

<sup>63</sup> De acuerdo con el capítulo del PND 2018-2022, Pacto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación: un sistema para construir el conocimiento de la Colombia del futuro.

Gráfico 3. Porcentaje de países superados por Colombia en el GII 2013 - 2020



Fuente: Elaboración del DNP, con información del Índice Global de Innovación (2013–2020)

Además del desempeño internacional, en el país existe una alta concentración de empresas innovadoras por tamaño empresarial, sector económico y regiones. De acuerdo con los resultados encontrados por el DNP en el año 2020, cerca del 90 % de las empresas que accedieron a Beneficios Tributarios para CTI son grandes empresas, proporción que ha permanecido constante en los últimos 4 años. Alrededor del 60 % de estas empresas pertenecen al sector minero-energético y el 66 % de las empresas están concentradas en tres departamentos, a saber Cundinamarca; Santander; y Antioquia (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020). Esto refleja las bajas capacidades en innovación y los retos que enfrentan la mayoría de los departamentos en la sofisticación de su producción.

Así mismo, la gran mayoría de las empresas del país no contemplan la innovación dentro de su estrategia de desarrollo empresarial. En Colombia alrededor del 75,4 % y el 67,7 % de las empresas manufactureras y de servicios respectivamente son no innovadoras. De acuerdo con los resultados de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica – EDIT (2017–2018), solo el 0,1 % de las empresas manufactureras innovan en sentido estricto y

20,7 % innovan en sentido amplio (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2018). Por otro lado, de acuerdo con la EDIT de Servicios 2018–2019 las empresas innovadoras en sentido amplio representaron el 28,91 % y las empresas potencialmente innovadoras cerca del 3 % (DANE, 2020). Respecto al reconocimiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación a unidades de I+D+i de empresas y a empresas altamente innovadoras, solo hay 17 y 4 vigentes respectivamente (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).

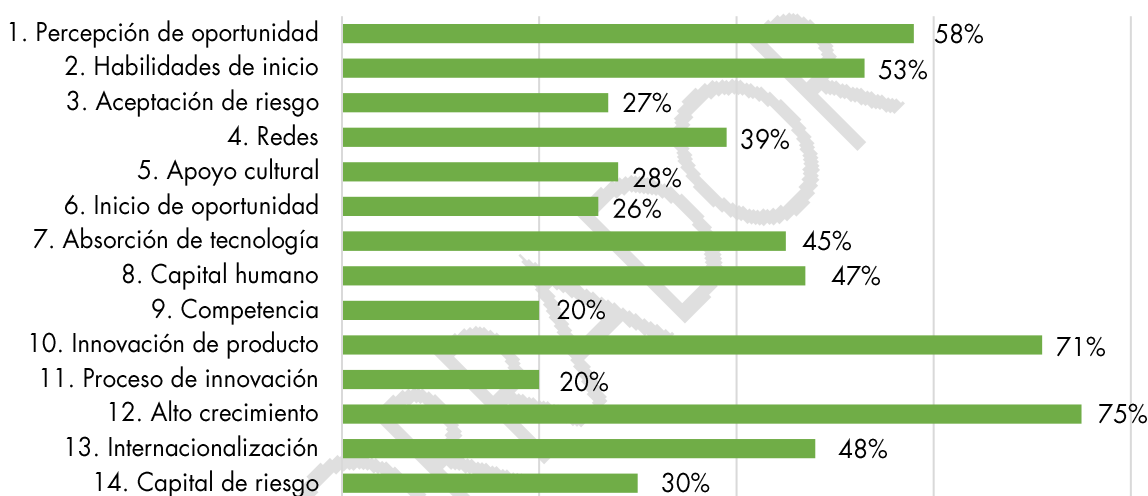
**Por otra parte, las empresas colombianas están lejos de la frontera tecnológica y no hacen uso de servicios intensivos en conocimiento.** De acuerdo con el Índice de Competitividad Global 4.0 (2018), Colombia cayó 3 puestos pasando de la posición 57 a la 60 entre 2018 y 2017, lo que sugiere que el país no está bien equipado para enfrentar los desafíos de la cuarta revolución industrial. Esta caída puede estar explicada por un deterioro en: infraestructura, adopción de TIC, habilidades digitales, el sistema financiero y el dinamismo de los negocios (Schwab, 2018). Además, en Colombia existen retos en la generación de empleos de servicios intensivos en conocimiento, ya que el país no cuenta con compañías globales de I+D y se encuentra 24,5 puntos por debajo del promedio de la OCDE en el GII en materia de servicios intensivos en conocimiento (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2019).

**De modo similar, las empresas colombianas evidencian bajas capacidades gerenciales que impactan negativamente su capacidad de innovación.** De acuerdo con la *World management survey* (2014) en una escala de 1 a 5 las empresas del país tienen un puntaje de 2,57 en prácticas de gestión mientras que países como Estados Unidos, Japón y México obtuvieron 3,30; 3,20; y 2,89 puntos respectivamente. Sumado a esto, se observa una diferencia entre los resultados obtenidos en las prácticas de gestión y la autopercepción de los gerentes colombianos, ya que estos últimos sobrevaloraron sus capacidades gerenciales otorgándose un puntaje de 3,70 en *The new empirical economics of management* (Bloom, Lemos, Sadun, Scur, & Reenen, 2014). Lo anterior resulta problemático en la medida en que limita sus capacidades para identificar oportunidades de mejora o innovación debido al rechazo o baja identificación de problemas y planeación de largo plazo restringida (Cirera & Maloney, 2017; Rogers, 2013). Esto se evidenció en la EDIT que en sus resultados 2017-2018 concluyó que el 63,64 % de las empresas colombianas no consideraba que sus gerentes tuvieran bajo rendimiento, y el 24,64 % lo consideró rara vez o nunca (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2018).

**En materia de capacidades y condiciones para la creación de empresas, en el país no existen las condiciones habilitantes para un ecosistema de emprendimiento.** De acuerdo con los resultados en 2018 del Índice Global de Emprendimiento, Colombia ocupó

la posición 47 en un *ranking* de 137 países gracias a su desempeño del 38 % en una escala de 0 % a 100 %. Según este indicador, las mayores debilidades que enfrenta el país están en la innovación de procesos (20 %) y competitividad (20 %), que miden el uso de nuevas tecnologías y acceso a capital humano altamente calificado, y la creación de productos y servicios únicos que permitan el acceso a mercados (Instituto de Emprendimiento y Desarrollo Global, 2018), tal como se muestra en el Gráfico 4. Además, se identifican problemas de focalización; perfilamiento y atención oportuna; y desinformación en el diseño y evaluación de políticas públicas, ya que la calidad de las instituciones que apoyan el emprendimiento en Colombia se encuentra en un 50 %.

**Gráfico 4. Desempeño de Colombia en el Índice Global de Emprendimiento**



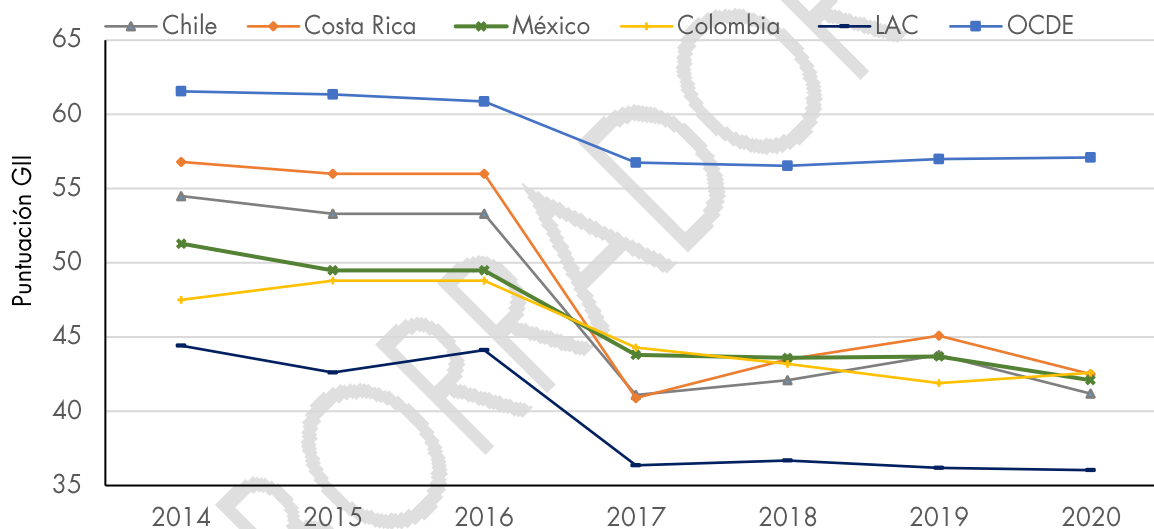
Fuente: Tomado del Índice Global de Emprendimiento 2018.

Además, las capacidades para construir propuestas de valor innovadoras y concretar proyectos en empresas son bajas. De acuerdo con BID (2020) en Colombia existen limitaciones en la formulación de propuestas innovadoras y el acceso a recursos para concretar los proyectos en empresas. Ello se ha visto reflejado en el Índice de Condiciones Sistémicas para el Emprendimiento Dinámico en que Colombia ocupó la posición 43 de 66 países evaluados en 2017. Este puntaje situó al país por debajo de Argentina, México y Costa Rica, y lo ubicó en el grupo de los países con configuraciones incipientes y desequilibradas en materia de condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico (Ibarra García, Federico, Ortíz, & Kantis, 2018).

#### 4.3.2. Bajo desarrollo y transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo

En Colombia se evidencia una dinámica limitada de cooperación para innovar entre universidades y empresas, lo cual obstaculiza el flujo de conocimiento (Gráfico 5). De acuerdo con el GII el país presenta un claro deterioro en redes de colaboración entre el sector productivo y la academia, ya que entre 2014 y 2020 el subíndice de *Colaboración de Investigación Universidad/Industria* decreció en promedio 1,5 % cada año. Asimismo, la EDIT muestra un retroceso en dicha articulación, pues mientras en el período 2009-2010 un 5,7 % de las empresas del sector manufacturero indicaron que tenían relacionamiento con universidades, entre 2017-2018 sólo el 3,8 % de las empresas así lo manifestaron (DANE, 2017-2018), reflejando la inexistencia de un puente robusto de transferencia de conocimiento científico al sector productivo y empresarial.

Gráfico 5. Colaboración universidad-empresa 2014-2020



Fuente: Elaboración del DNP, con información del Índice Global de Innovación.

El país enfrenta retos importantes en materia de sensibilización empresarial y su acercamiento a la ciencia como factor de desarrollo productivo y competitividad. Según el Monitor Global de Emprendimiento (GEM)<sup>64</sup> y tal y como lo señala el PND 2018-2022 en Colombia la aceptación sociocultural del emprendimiento se ha reducido de 71 % en 2015 a 66 % en 2016. Sumado a esto existe un profundo desconocimiento de los instrumentos públicos para la financiación de la CTI. De acuerdo con los resultados 2017-2018 de la EDIT cerca del 76,7 % de las empresas que tuvieron la intención de acceder a recursos para financiar ACTI identificaron como obstáculos al acceso a recursos públicos el desconocimiento de las líneas de financiación públicas existentes, seguido de la falta de

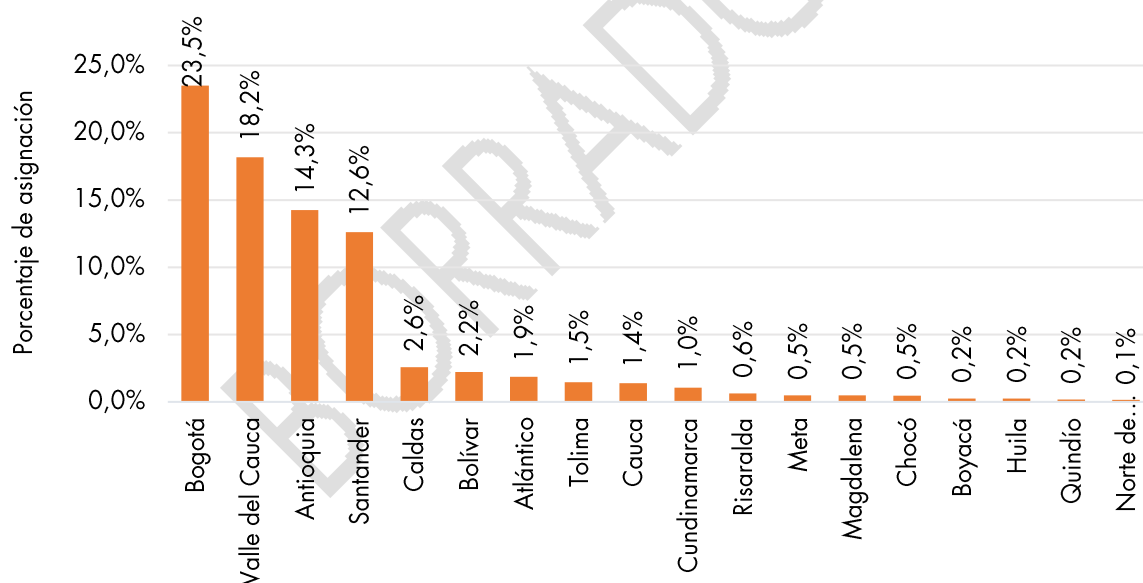
<sup>64</sup> GEM por las iniciales de su nombre en inglés, a saber, *Global entrepreneurship monitor*.



información sobre requisitos y trámites que fue reportado por el 75,7 % de las empresas encuestadas (DANE, 2017-2018).

Por otra parte, en Colombia no existen incentivos para el aprovechamiento de los resultados de investigación en el desarrollo de nuevas tecnologías, pues existe una baja demanda de conocimiento científico y tecnológico desde el sector productivo. De acuerdo con la medición de la producción nacional registrada en Scienti en 2019 sólo un 4 % de los productos correspondía a patentes de invención; modelos de utilidad; o productos de desarrollo tecnológico e innovación. Por su parte, la inversión destinada al financiamiento de pruebas de concepto o validación de prototipos de nuevas tecnologías pre comercial o comercial representa sólo el 8,2 % del total invertido en proyectos de CTI allí registrados (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020). Adicionalmente, esta situación se agudiza en los diferentes departamentos del país como se observa en el Gráfico 6.

**Gráfico 6. Asignación porcentual de recursos destinados a validación de conceptos o validación de prototipos en el marco de la CTI 2010-2018**



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021).

Otro factor que contribuye al bajo desarrollo y transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo se relaciona con los escasos avances en regulación de la propiedad intelectual. Así, de acuerdo con la EDIT 2017-2018 cerca del 49 % de las empresas encuestadas que obtuvieron registros de propiedad intelectual reportaron como principal obstáculo la falta de información sobre beneficios y requisitos para los registros. De manera similar, el 46 % de empresas encuestadas reportó dificultades para cumplir con los requisitos o completar los trámites de registro de la propiedad intelectual (Departamento

Administrativo Nacional de Estadística, 2018). Esto se puede ver reflejado en el desempeño del país para 2019 en los subíndices de *Pagos de propiedad intelectual y Solicitudes de patentes* por origen del GII en los que el país ocupó respectivamente las posiciones 44 y 66 entre 126 países evaluados.

#### 4.3.3. Rezago en la adopción de tecnologías

Como lo señala el PND 2018-2022 existe una baja capacidad de adopción tecnológica en la producción empresarial. Según el estudio *Colombia manufacturing survey* solo 67 % de las empresas manufactureras acuden a asistencia externa para la adopción de técnicas y tecnologías de producción. Además, en el país se identificaron disparidades por tamaño empresarial y antigüedad en este aspecto, puesto que el 42 % de las empresas más pequeñas y el 47 % de las empresas jóvenes no buscan ningún tipo de apoyo para la transferencia de conocimiento y tecnología. Adicionalmente, los resultados permitieron concluir que la introducción de tecnologías avanzadas tiene una relación directa con el tamaño empresarial, ya que el 11,1 % de las empresas grandes utilizó robótica en sus procesos productivos mientras que esta tecnología fue usada por menos del 1 % de las microempresas.

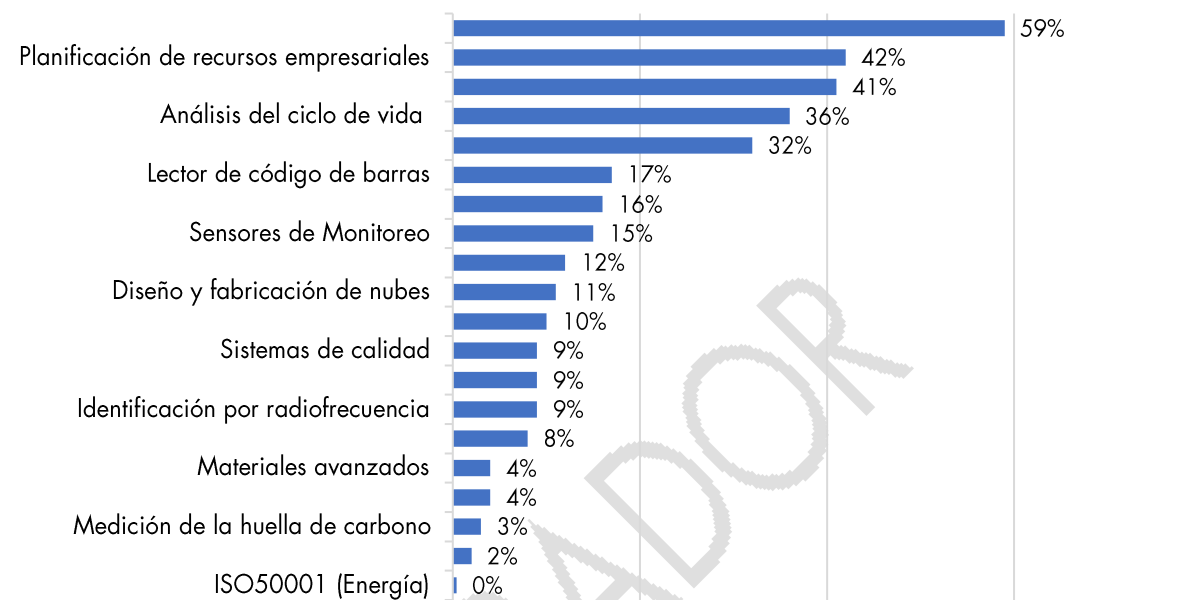
Además, en Colombia existe un acceso limitado y bajo uso de las TIC. De acuerdo con el reporte del Banco Mundial *Readiness for the future of production* (2018) el país se encuentra clasificado en *etapa naciente* debido a su desempeño en la estructura productiva en la cual ocupó el puesto 56 de 100 economías estudiadas. No obstante, la industria 4.0 se desarrolla a través de tres actividades simultáneas, a saber: (i) la digitalización e integración de cadenas de valor horizontales y verticales; (ii) la digitalización de productos y servicios, y (iii) la aparición de nuevos modelos de negocio digitales (DNP, 2020).

Por otra parte, el país se encuentra rezagado en la velocidad de conexión a internet con respecto a otros países latinoamericanos. De acuerdo con el reporte de *Akamai Technologies* en 2017, Uruguay tenía en promedio la mayor velocidad de conexión a internet entre los países estudiados de la región, con 9,5 Mbps; seguido de Chile con 9,3 Mbps (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2019). No obstante, para el mismo año en Colombia la velocidad de internet fue de 5,5 Mbps lo plantea el rezago del país en esta materia.

Ahora bien, aunque el país no cuenta con la infraestructura suficiente para la adopción de las tecnologías 4.0 aún con su capacidad actual no explota su máximo potencial. De acuerdo con el Observatorio de Economía Digital, en 2017 el 59 % de las empresas adoptaron tecnologías de la cuarta revolución industrial para realizar operaciones de mantenimiento preventivo y tan solo el 2 % lo hicieron para la implementación de procesos

automáticos o de robótica (Cámara de Comercio de Bogotá; Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia; International Chamber of Commerce, 2018). Lo anterior puede observarse en Gráfico 7.

**Gráfico 7. Penetración de tecnologías avanzadas en empresas colombianas en 2017**



Fuente: Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial del DNP con información del Observatorio de Economía Digital (2021).

#### 4.4. Baja apropiación social del conocimiento

En esta sección se identifican 2 problemáticas asociadas a la baja demanda e interiorización del conocimiento que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana: (i) la baja inclusión y cultura de CTI y (ii) la débil comunicación del quehacer científico y de la CTI, las cuales se soportan el diagnostico presentado a continuación.

##### 4.4.1. Baja inclusión, impacto y cultura de CTI

Se evidencia una baja inclusión de la ciudadanía y relacionamiento con actores en los procesos de desarrollo y divulgación de conocimiento científico-tecnológico. De los centros de ciencia, un 29 % de ellos establece relaciones con la comunidad académica y con instituciones educativas, un 20 % con organizaciones del sector productivo, y apenas un 13% se relaciona con grupos u organizaciones comunitarias (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021). Además, hay una baja participación de la academia en debates públicos y en el desarrollo de investigación contextualizada e incluyente (Daza-Caicedo & Lozano-

Borda, 2013; Chingaté & Molano, 2016). Por otro lado, en Colombia se presenta una baja presencia de actores como empresas, centros de desarrollo tecnológico, centros de innovación y emprendedores en iniciativas de apropiación social del conocimiento (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021) <sup>65</sup>. Adicionalmente, la ciudadanía ha estado generalmente excluida de la toma de decisiones en CTI (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018).

**Esto se complementa con un insuficiente alcance e impacto en la sociedad de los planes y programas de apropiación social del conocimiento implementados en el país.** La inversión de recursos entre el 2011 y el 2018 para la apropiación social del conocimiento fue de 0,7 % del total del presupuesto de Colciencias, siendo un limitante para el desarrollo y consolidación de programas, proyectos y actividades de apropiación social del conocimiento (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020). Ahora bien, un ejemplo del bajo alcance de programas para la apropiación social del conocimiento en innovación social es que en 2019 se benefició menos del 0,2 % de la población colombiana, pertenecientes a 110 comunidades en todo el país de los programas *Ideas para el cambio* y *A ciencia cierta* (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).

**A pesar de que existe una alta valoración de la CTI en la sociedad colombiana, existe un bajo interés por la misma.** Los resultados de la última encuesta de percepción en CTI evidencian que respecto a las actitudes, prácticas y valoraciones de la CTI, el 75 % de los encuestados consideran relevante la ciencia pero mostraban un bajo interés por la ciencia y sus políticas, ya que solo el 22 % había asistido a charlas o conferencias académicas, el 19 % había asistido a museos de ciencia y tecnología y el 11 % a la Semana de la Ciencia (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2014).

#### **4.4.2. Débil comunicación del quehacer científico y de la CTI**

**El SNCTI no ha logrado socializarse y comunicarse públicamente de manera eficiente con la sociedad colombiana.** Uno de los insumos básicos para proponer las políticas de comunicación pública de la ciencia son las encuestas de percepción de la ciencia y las llamadas a orientar estrategias y acciones para enfrentar este tipo de retos (Fernández-Polcuch, Bello, & Massarani, 2016). Sin embargo, sólo se han realizado tres encuestas de este tipo en Colombia, la más reciente publicada en 2014. El bajo número de encuestas refleja la baja importancia en materia de política que se le ha dado al tema y la falta de actualización que tiene las estrategias de comunicación pública que buscan promover la

---

<sup>65</sup> Resultados similares fueron encontrados en un mapeo de iniciativas de Apropiación Social del Conocimiento desarrollado en 2012 (Pérez-Bustos et al., 2012, p. 135).

cultura científica entre los colombianos (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2014).

Adicionalmente, el país no tiene una estrategia consolidada en temas de cultura científica y comunicación pública de la CTI. De acuerdo con Fernández-Polcuch et al. (2016), mientras hay países que dedican partes o capítulos enteros de sus respectivas leyes nacionales de CTI a la cultura científica, como Argentina y México, en Colombia sólo mencionan el tema en leyes que definen los objetivos y visiones de organismos nacionales de ciencia y tecnología. Esta falta de lineamientos resulta en insuficientes estrategias y acciones en materia de comunicación pública de la cultura científica.

#### **4.5. Insuficiente uso de las potencialidades regionales, sociales e internacionales en la generación y uso del conocimiento**

En esta sección se identifican 3 problemáticas asociadas a los sistemas regionales de innovación, a las brechas sociales y la internacionalización que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana: (i) la alta exclusión social en el desarrollo de la CTI; (ii) la alta heterogeneidad en las capacidades en CTI entre regiones, y (iii) la baja gestión de la cooperación e internacionalización de la CTI.

##### **4.5.1. Alta exclusión social en el desarrollo de la CTI**

El país presenta retos en cuanto a la participación de las mujeres y de la población negra, afrocolombiana, raizal y palenquera (NARP) en la ciencia. La brecha de género en el país es considerable dado que para el año 2019, de 16.796 investigadores solo el 38 % son mujeres (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021). Además, la relación existente en posiciones de liderazgo en los grupos de investigación es de una mujer por cada cinco hombres (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021). Por otro lado, estos grupos de investigación, principalmente ubicados en Bogotá, Medellín y Cali, se caracterizan por la baja presencia de población étnica en los mismos, solo 2,7 % de estos grupos dicen pertenecer a comunidades NARP (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).

Esto se complementa con un limitado acceso de las comunidades étnicas al conocimiento científico-tecnológico. De acuerdo con el Censo nacional de población y vivienda del 2019 (DANE, 2019; DANE, 2019), la cobertura de internet en hogares de jefatura indígena (6,4 %) y en hogares de jefatura de población NARP (26,9 %) es baja frente al total nacional (43,4 %). Respecto a la población indígena, el 80 % viven en centros poblados y área rural dispersa lo cual es una limitante para acceder al conocimiento científico-tecnológico a través de las TIC. Por otro lado, la cobertura en hogares de jefatura gitana es 49,3 % lo cual es apenas superior al promedio nacional. Además, los grupos

étnicos tienen escasos beneficios para acceder a programas de educación superior, limitando su acceso al conocimiento científico-tecnológico (UniversityGuru, 2020; MinInterior, 2018).

#### 4.5.2. Alta heterogeneidad en las capacidades en CTI entre regiones

El país presenta grandes brechas en CTI entre los territorios, tanto en capacidades como en resultados, reflejado en una concentración de la actividad científica en pocos departamentos. Según la OCDE, mientras la heterogeneidad en la productividad entre regiones es normal, una disparidad excesivamente alta reduce el potencial de productividad agregado de la economía (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2019). Los indicadores regionales de CTI muestran que más de la mitad de los grupos de investigación A1 y A (62 %), de los investigadores reconocidos (59 %), de los recursos en ACTI (69 %) y de los proyectos de investigación financiados (66 %) se localizan en Bogotá, Antioquia y Valle<sup>66</sup> (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).

Las capacidades para CTI son bajas en la mayoría de los departamentos y hay un nivel limitado de cooperación entre regiones. De acuerdo con el Índice Departamental de Innovación de Colombia (IDIC)<sup>67</sup>, 23 de 31 departamentos (74 %) tienen un nivel de desempeño medio, medio bajo o bajo en sus capacidades y condiciones para el desarrollo de actividades de CTI (Departamento Nacional de Planeación, 2021), tal como se observa en la Figura 6. Adicionalmente, hay baja cooperación entre departamentos alrededor de proyectos conjuntos de CTI, muestra de ello es que de los 346 proyectos financiados entre 2012 y 2018 por el FCTI del SGR, solo el 3,7 % (13 proyectos) tenían un alcance regional al involucrar recursos de más de un departamento<sup>68</sup>.

---

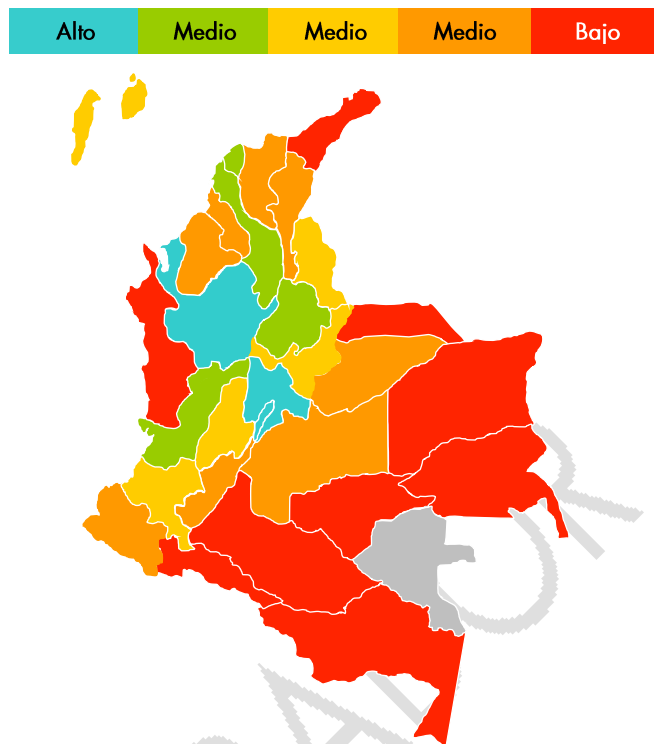
<sup>66</sup> Fuente: Plataforma ScienTI, Colombia. Convocatoria 833-2019. MinCiencias.

<sup>67</sup> El IDIC es un índice calculado por el DNP para medir las capacidades en CTI de los departamentos de Colombia.

<sup>68</sup> Dato elaborado por el DNP a partir de información de la Secretaría Técnica del Órgano Colegiado del Fondo de CTI del SGR, disponible en el enlace:

[https://MinCiencias.gov.co/sites/default/files/upload/reportes/proyectos\\_aprobados\\_03\\_04\\_2020.xlsx](https://MinCiencias.gov.co/sites/default/files/upload/reportes/proyectos_aprobados_03_04_2020.xlsx)

Figura 6. Resultados IDIC 2020



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (2021)

La definición de apuestas en CTI a nivel nacional y entre regiones carece de alineación alrededor de esfuerzos comunes. En complemento a lo mencionado en el párrafo anterior, los 33 Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales (PAED) de CTI contienen un total de 208 focos temáticos para priorizar las inversiones a nivel territorial en la materia<sup>69</sup>. En algunos escenarios, de acuerdo con el PND 2018-2022, las apuestas de los PAED pueden no coincidir con otros instrumentos de planeación vigentes relacionados con competitividad e innovación, como los planes territoriales de desarrollo o las agendas departamentales de competitividad e innovación, entre otros. Igualmente, esta multiplicidad de agendas genera dificultades para la consistencia y orientación estratégica del SNCTI.

Finalmente, a nivel territorial se tiene baja articulación entre las instancias institucionales competentes en temas relacionados con CTI. Según la Universidad de los Andes (2020), la división de responsabilidades y funciones entre las instancias de CTI y de competitividad no siempre es clara, situación que se refuerza por la heterogeneidad en

<sup>69</sup> Información consolidada por DNP a partir de los PAED publicados en el enlace: <https://MinCiencias.gov.co/gestion-territorial/paed-suscritos-y-actualizados>

capacidades entre territorios. Adicionalmente, desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación se ha identificado que los Codecti exhiben problemáticas relacionadas con baja diversidad de actores y débil vinculación con dinámicas de nivel municipal.

#### **4.5.3. Baja gestión de la cooperación e internacionalización de la CTI**

El país tiene un bajo dinamismo e inserción en redes internacionales de CTI. Por un lado, durante el siglo XXI el país ha tenido una disminución recurrente en el flujo de recursos internacionales para la financiación de ACTI, con tasas de crecimiento negativas que han oscilado entre -0,9 % y -9,1 % para el periodo 2001 – 2018<sup>70</sup>. En complemento y según datos de la plataforma ScienTI, sólo 699 de los investigadores reconocidos (8,4 %) participan o han participado de alguna red de conocimiento especializado cuyo nodo principal se encuentra fuera de Colombia. Este hecho responde a la ausencia de mecanismos de cooperación y coordinación para crear y fortalecer lazos, la falta de formalización de la diáspora científica o la necesidad de gestionar la diplomacia científica, entre otros (Misión de Sabios, 2019, págs. 118-119).

Adicionalmente, la CTI no ha sido priorizada dentro de las relaciones de cooperación internacional del país. En cuanto a demanda de cooperación, la CTI se ubicó en el último lugar en apalancamiento de recursos con tan solo el 0,14 % de los recursos movilizados en 2019. Por otro lado, el país no ha cumplido un rol significativo como oferente de cooperación internacional en materia de CTI, teniendo en cuenta su admisión como miembro pleno de la OCDE y la identificación de sus potenciales de oferta (Agencia Presidencial para la Cooperación, 2019).

Por otra parte, las colaboraciones internacionales son escasas para el desarrollo de actividades de CTI en Colombia y se requiere mayor formalización en las interacciones entre actores del SNCTI y contrapartes internacionales. En materia de artículos publicados en Scopus, solo el 47 % de los artículos colombianos involucraron colaboración internacional, mientras que Chile y Costa Rica involucraron 61,3 % y 71,3 %, respectivamente (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, 2018). Además, Colombia ocupa el puesto 72 entre 141 países en el número de patentes con coinventores ubicados en el extranjero (Foro Económico Mundial, 2019). Según Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2017), gran parte de las actividades e interacciones entre actores del SNCTI y actores internacionales se han llevado a cabo de manera informal, espontánea y desconectada con las prioridades definidas desde la política de CTI. Esta ausencia de lineamientos ha generado descoordinación entre los diversos actores del sistema, de manera

---

<sup>70</sup> Elaboración propia del DNP a partir de datos del Ocyt (2019).



que los esfuerzos y recursos existentes para adelantar proyectos transnacionales de I+D+i podrían asignarse de manera más eficiente.

#### **4.6. Baja dinamización del SNCTI**

En esta sección se identifican 2 problemáticas asociadas a la dinamización, gobernanza y relacionamiento de actores del SNCTI que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana: (i) débil marco regulatorio y articulación institucional e (ii) Insuficiente información estratégica para la toma de decisiones.

##### **4.6.1. Débil marco regulatorio y articulación institucional**

Las entidades públicas del orden nacional tienen baja especialización en roles y funciones respecto a la política de CTI. El actuar de las entidades públicas se caracteriza por la existencia de traslape de funciones, superposición de instrumentos y baja visión sistémica (Banco Mundial, 2015), así como por la falta de claridad en el rol de las entidades públicas en materia de innovación y emprendimiento (Tarana, 2018, pág. 45). En un ejercicio reciente, DNP y la Presidencia de la República (2019) mapearon 221 instrumentos con objetivos de política en CTI en 20 entidades públicas del orden nacional, encontrando baja segmentación de usuarios, falta de visión de conjunto y atomización del gasto. Por otra parte, se ha identificado una limitada coordinación de políticas entre las entidades del orden nacional y las acciones de los actores a nivel territorial (Departamento Nacional de Planeación, 2021).

Existe una limitada articulación entre el SNCTI y otros arreglos institucionales relacionados con CTI. De acuerdo con el Consejo Privado de Competitividad (2019, pág. 359), el arreglo institucional en CTI presenta confusiones entre los niveles estratégicos, de diseño de política y de ejecución de instrumentos, que se incrementan por los cambios asociados al ciclo político. En complemento, la Misión de Sabios (2019, pág. 58) señala como un elemento imprescindible para un gobierno eficaz del SNCTI el definir vínculos claros con otros sistemas de investigación e innovación como el SNCI, el SINA, las instancias en materia de educación y formación, entre otros.

El arreglo institucional en CTI tiene multiplicidad de prioridades estratégicas que habilitan la dispersión de esfuerzos. A nivel nacional el SNCTI cuenta con 13 Consejos Nacionales de Programas en CTI<sup>71</sup> que no necesariamente están alineados con otros ejercicios de priorización a nivel nacional, como por ejemplo los 8 focos estratégicos de la Misión de Sabios, las apuestas en otros sectores administrativos o lineamientos metodológicos como las áreas de conocimiento de la OCDE. Este escenario contribuye a las principales

---

<sup>71</sup> De acuerdo con el Decreto 2610 de 2010 y la Resolución 068 de 2015 de Colciencias.

restricciones operacionales para el desarrollo de la CTI, que según la Misión de Sabios (2019, pág. 59) corresponden a la ausencia de expectativas conjuntas, la falta de espacios de diálogo estructurado, la atomización de asignaciones y el gasto desenfocado.

Además, el marco regulatorio requiere facilitar el desarrollo de ACTI, adaptarse a tendencias internacionales y anticipar escenarios futuros de cambio tecnológico. La Misión de Sabios (2019, pág. 172) hace un llamado a introducir un enfoque flexible en la regulación, que facilite la adopción tecnológica y permita la experimentación, por ejemplo, alrededor de soluciones energéticas. Muestra de las dificultades regulatorias se encuentra en Fedesarrollo (2014, págs. 80-82), que encontró que los problemas de funcionamiento en el FCTI del SGR estuvieron asociados a vacíos en la regulación relacionada en CTI, específicamente en las modalidades de contratación pública en CTI o en el alcance de las actividades de CTI, entre otros. En complemento, enfoques internacionales como el de *anticipatory regulation*<sup>72</sup>, identifica que la regulación puede ser una barrera o detonante para el aprovechamiento de las oportunidades de la cuarta revolución industrial (Nesta, 2019).

#### 4.6.2. Insuficiente información estratégica para la toma de decisiones

El país no cuenta con un arreglo institucional para el uso de evidencias científicas en asuntos de políticas públicas. La emergencia generada por el COVID-19 puso de manifiesto la importancia de la toma de decisiones a partir del asesoramiento de la comunidad científica. Mientras países como Francia o Inglaterra cuentan con oficina parlamentarias para la evaluación de alternativas científicas y tecnológicas, en Colombia el asesoramiento científico es limitado (INGSA, 2019). De acuerdo con la Misión de Sabios (2019), en el país no se cuenta formal ni permanentemente con asesoría científica para el primer nivel del ejecutivo ni para los asuntos legislativos.

Existen limitaciones en la medición de actividades de CTI e I+D. De acuerdo con la OCDE (2018), Colombia no cuenta con un marco legal para la producción de estadísticas de CTI, además, para algunos casos no se generan desarrollos para incrementar la calidad de la medición de actividades de CTI. Adicionalmente, las metodologías utilizadas en el país no contemplan suficiente información de actores privados o la existencia de trazadores presupuestales dentro del Estado, lo que genera un riesgo de sub-reporte de los recursos orientados a CTI. Por otra parte, el país carece de información actualizada sobre doctores, nanotecnología y biotecnología, debido a la inexistencia de encuestas para la recolección e interpretación de dicha información (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2018).

---

<sup>72</sup> Enfoque para ayudar a los reguladores y al gobierno a enfrentar desafíos emergentes.

También hay insuficiente uso de prospectiva para la definición de acciones de política en CTI. Aunque el país desarrolló un programa de prospectiva en CTI con el propósito de incluir escenarios futuros en la toma de decisiones alrededor de la política de CTI (Colciencias, 2006), actualmente no se cuenta con un proceso formal ni sistemático para generar y usar evidencia prospectiva a nivel nacional. Esto contrasta con buenas prácticas de países referentes en innovación, por ejemplo, Finlandia cuenta con SITRA, entidad financiada con recursos públicos y responsable de proporcionar información sobre escenarios futuros a los niveles ejecutivo y legislativo para la toma de decisiones que promuevan el desarrollo económico (SITRA, 2020).

Igualmente, los sistemas de información en CTI no están interconectados y tienen limitaciones en su arquitectura. El país cuenta con sistemas de información en CTI que funcionan aislados, por ejemplo, para el registro de propuestas de inversión se tienen la Plataforma Sistema de Información de Gestión de proyectos (SIGP) de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Metodología General Ajustada web del DNP. Además, cada entidad pública del orden nacional del SNCTI tiene su propio sistema de información, a pesar del lineamiento del PND 2018-2022 de centralizar la oferta en el portal innovamos.gov.co (Departamento Nacional de Planeación, 2019, pág. 540). Plataformas como ScienTI de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación presentan oportunidades de mejora en su arquitectura de información, que faciliten el acceso y uso para los usuarios. Por último, la Red Colombiana de Información Científica<sup>73</sup> tiene baja interoperabilidad.

#### **4.7. Insuficiencia en el volumen, la eficiencia y la evaluación de la financiación de la CTI**

En esta sección se identifican 3 obstáculos asociados a la financiación de CTI que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana: (i) bajo nivel de financiación de la CTI y alrededor de misiones; (ii) baja eficiencia y eficacia de los instrumentos de financiación, y (iii) Escaso nivel de monitoreo y evaluación de la CTI.

##### **4.7.1. Bajo nivel de financiación de la CTI y alrededor de misiones**

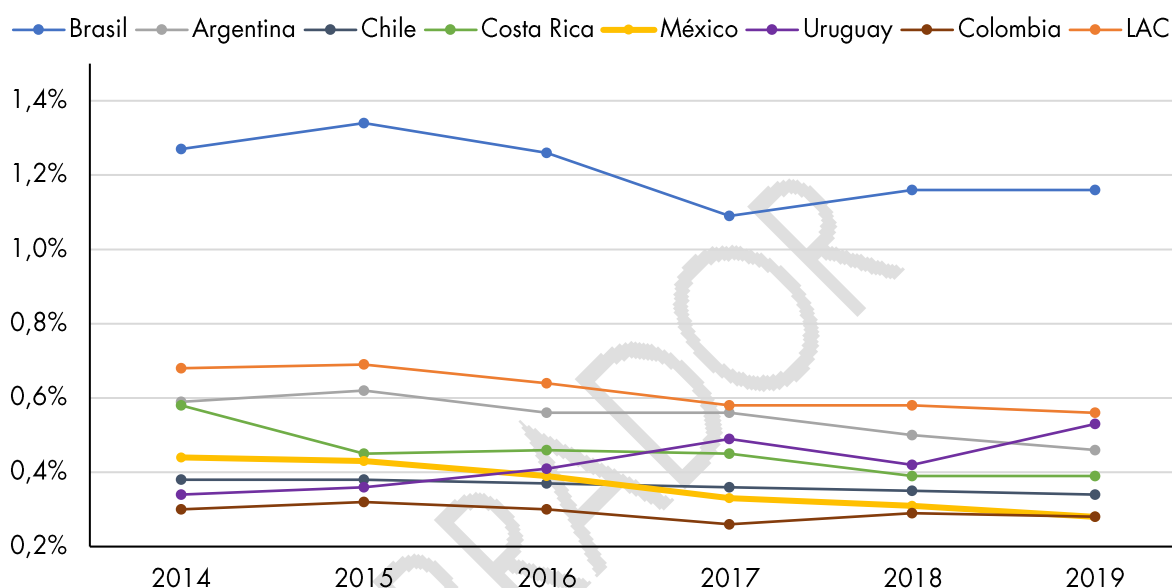
Colombia se encuentra rezagada respecto a la inversión en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI). Históricamente, Colombia ha estado rezagada en términos de inversión I+D respecto a los países de la región, como se muestra en el Gráfico 8. Inversión histórica en ACTI e I+D, 2019-2022. En el año 2019, Colombia invirtió el 0,28 % en actividades de I+D como porcentaje del PIB (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020). Esta situación ubica al país por debajo del promedio de inversión en I+D

---

<sup>73</sup> Resolución 166 del 20 de febrero de 2019. Disponible en: <http://redcol.colciencias.gov.co/vufind/>

de Latinoamérica y el Caribe (LAC) (0,35 %) y de los países de la OCDE (2,36 %) (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, 2020; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2020). Adicionalmente, para cumplir la meta de inversión del 1,5 % del PIB en ACTI para 2022 establecida en el PND 2018-2022, se deberá realizar un esfuerzo adicional de 5,34 billones de pesos aproximadamente<sup>74</sup>.

**Gráfico 8. Inversión histórica en ACTI e I+D, 2019-2022**



Fuente: Elaboración propia DNP

Además, los recursos para el desarrollo de ACTI están desbalanceados o en un estado incipiente. En 2019 el país contó con un desbalance en la oferta de recursos entre los diferentes niveles de madurez de proyectos de CTI. Mientras las etapas de (i) investigación y viabilidad y (ii) escalamiento y maduración, contaron con 9 y 8 billones de pesos respectivamente, las etapas de desarrollo y crecimiento solo contaron con 1,2 billones (Unión Temporal VOZ, 2020). Por otro lado, el desarrollo del mercado crediticio para la financiación de actividades de innovación ha tenido antecedentes aislados y de baja escala (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2018), que se evidencia en el hecho de que menos del 23 % de las empresas innovadoras usan este tipo de financiación para apalancar sus inversiones en la materia<sup>75</sup>.

<sup>74</sup> Estimaciones DNP con proyecciones de crecimiento del Marco de Fiscal de Mediano Plazo 2020.

<sup>75</sup> Cálculos desarrollados por el DNP a partir de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT).

Así mismo, la oferta pública de instrumentos para CTI tiene baja diversificación y no está orientada por misión. El Banco Mundial (2015, pág. 13) encontró que el 77 % de los instrumentos en CTI del Gobierno nacional correspondían a subsidios, mientras que mecanismos de intervención como vouchers (bonos) o compras públicas de innovación eran ausentes. Además, el DNP y Presidencia de la República (2019) encontraron que el 50 % de los recursos de la oferta de instrumentos en competitividad e innovación se destina a la provisión de intervenciones de mercado sectoriales (subsidios), a pesar de que se debe privilegiar la provisión de bienes públicos, de acuerdo con el CONPES 3866. Finalmente, se requiere la creación de mecanismos y procesos que permitan la sinergia presupuestal alrededor de los 3 retos y las 5 misiones definidas por la Misión de Sabios (2019).

#### 4.7.2. Baja eficiencia y eficacia de los instrumentos de financiación

La mayoría de los recursos de los instrumentos de política de CTI en Colombia se concentran en becas y beneficios tributarios. De acuerdo con el Portafolio de Instrumentos de la metodología ArCo<sup>76</sup> (Departamento Nacional de Planeación, 2020), se encontró que las entidades del Gobierno nacional ofrecen 302 instrumentos de política orientados a la promoción de la CTI. Estos instrumentos concentran en 2021 alrededor de 7,2 billones de pesos. Al realizar una revisión de dichos instrumentos, se evidencia que las becas y beneficios tributarios concentran alrededor del 75 % de los recursos mientras que otros instrumentos como las compras públicas, las garantías financieras o los vouchers de innovación resaltan por su baja asignación presupuestal, tal como se muestra en el

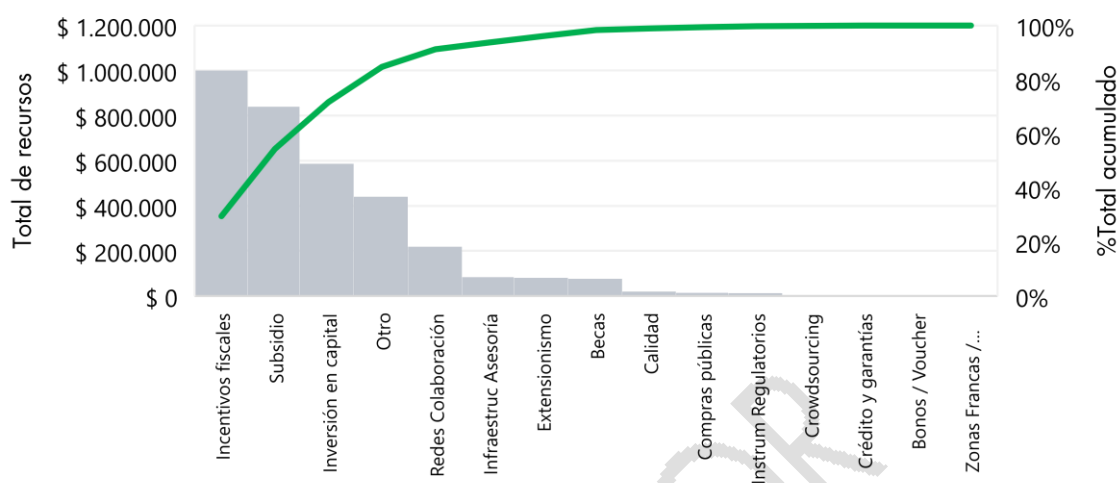
---

<sup>76</sup> ArCo es una metodología liderada por el DNP que busca mejorar el alcance e impacto de los instrumentos de intervención en materia de competitividad e innovación. Información disponible en: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Competitividad/Paginas/Metodologia-de-Articulacion-ArCo.aspx>

Gráfico 9.

BORRADOR

**Gráfico 9. Presupuesto para CTI en entidades del orden nacional, según tipología de instrumento**



Fuente: Autores con la información de la metodología ArCo (Departamento Nacional de Planeación, 2020).

Existe una baja eficiencia en la funcionalidad de la oferta de instrumentos del Gobierno Nacional orientados a objetivos de política en CTI. En un análisis reciente, DNP (2020) encontró que la oferta preliminar de instrumentos relacionada con CTI presenta los siguientes problemas: (i) alta concentración, representada en que solo el 7,8 % de los instrumentos concentran el 80,1 % del total de los recursos asignados; (ii) significativa atomización, teniendo en cuenta que el 52,5 % de los instrumentos tienen recursos iguales o inferiores a 1.000 millones de pesos, que limitan su escala, y (iii) baja segmentación de usuarios, expresada en que más del 60 % de los instrumentos reporta estar orientados de forma simultánea hacia 3 o más tipos de usuarios objetivo.

En este sentido, la eficacia de la oferta de instrumentos en CTI tiene oportunidades de mejora<sup>77</sup>. La implementación de la metodología ArCo permitió evaluar el diseño, la implementación y la gobernanza de los instrumentos de acuerdo con buenas prácticas internacionales<sup>78</sup>. Aunque la oferta en CTI presentó una puntuación promedio por encima de 4 puntos (sobre un total de 5) en el análisis general, se identificó una puntuación relativamente

<sup>77</sup> Respecto a los instrumentos de la metodología ArCo que tienen como objetivo de política Investigación, Innovación, Emprendimiento, Transferencia de conocimiento o Formación de talento humano.

<sup>78</sup> El autodiagnóstico fue respondido por cada gestor de instrumento a partir del "Test de Funcionalidad" disponible en el enlace: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Anexo%203.%20Test%20de%20Funcionalidad.xlsx>

baja en cuanto a regionalización de la oferta (3,4) y relacionamiento con otros instrumentos de política pública (3,8). Al examinar el detalle de la información se encuentran debilidades específicas en las entidades del SNCTI, por ejemplo, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación puede mejorar en la regionalización de su oferta (2,3), la Corporación colombiana de investigación agropecuaria (Agrosavia) en el monitoreo y evaluación (2,7) o el Banco de Desarrollo Empresarial de Colombia (Bancóldex) en su relacionamiento con el resto de oferta (3), entre otros (Departamento Nacional de Planeación, 2020).

**A nivel territorial existe baja efectividad de las inversiones en CTI.** En el marco de Análisis de Gasto Público al uso de los recursos del FCTI del SGR, antes de la reforma al sistema del año 2019, el Banco Mundial (2018) encontró que los proyectos financiados tenían debilidades en su diseño, implementación y gobernanza, con una alta heterogeneidad entre los departamentos. Así mismo, se obtuvo como hallazgos la ausencia de una visión de conjunto en las inversiones de cada departamento y un bajo nivel de apalancamiento de contrapartidas, especialmente en efectivo (Banco Mundial, 2018). En complemento y tras evaluar 51 proyectos financiados por el Fondo de CTI del SGR, el DNP (2018) encontró que únicamente el 12 % de los proyectos tuvieron un impacto regional (efectos sobre más de un departamento) y que solo el 60 % de los proyectos fueron planeados adecuadamente.

#### **4.7.3. Escaso nivel de monitoreo y evaluación de la financiación en CTI**

**El país tiene una institucionalidad restringida en materia de monitoreo y evaluación a las intervenciones de política pública en CTI.** Aunque para el SGR se cuenta con un Sistema de Seguimiento, Control y Evaluación, para otras fuentes presupuestales como el Presupuesto General de la Nación (PGN) o los recursos propios de las entidades territoriales, no se cuenta con un arreglo institucional para el monitoreo y evaluación de los programas específicos de intervención. Pese a que Colombia ha incrementado el número de evaluaciones de resultado e impacto en CTI, estas aún son esporádicas y responden más a iniciativas institucionales que a procesos planificados (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2016).

**Además, los sistemas de monitoreo y evaluación existentes para CTI presentan limitaciones en su funcionalidad.** Según Banco Mundial (2018), no hay estandarización entre los sistemas de monitoreo y evaluación, y la información disponible es de calidad heterogénea o subutilizada. Así mismo, el 31,5 % de los instrumentos por convocatoria que se utilizan desde el Gobierno Nacional no implementan un sistema de monitoreo y seguimiento, o el que ejecutan es deficiente (Banco Mundial, 2015). Para 2020, el 24 % de los instrumentos de la oferta nacional en CTI reportaron un puntaje igual o inferior a 3 en la



dimensión de monitoreo y evaluación dentro del diagnóstico de la metodología ArCo (Departamento Nacional de Planeación, 2020).

**Finalmente, el Gobierno nacional tiene limitaciones en la gestión de aprendizajes para la oferta de instrumentos en CTI.** De acuerdo con el PND vigente, el sector público enfrenta desafíos para impulsar la innovación, siendo uno de ellos la falta de uso de aprendizajes acumulados. En el mapeo de instrumentos asociado a la metodología ArCo se encontró que solo el 46 % de instrumentos del Gobierno nacional con objetivos de política en CTI cuentan con una gestión de aprendizajes efectiva, sistemática y formalizada (Departamento Nacional de Planeación, 2020). Este hecho genera restricciones para incorporar resultados de evaluación ex ante o ex post dentro de la oferta de instrumentos de intervención en CTI.

## 5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA

### 5.1. Objetivo general

Incrementar la contribución de la ciencia, la tecnología y la innovación al desarrollo social, económico, ambiental y sostenible del país con un enfoque diferencial, territorial y participativo para aportarle desde la CTI a los cambios culturales que promuevan una sociedad del conocimiento.

### 5.2. Objetivos específicos

OE1. Incrementar las vocaciones científicas en la población infantil y juvenil, vocaciones, la formación en CTI y la vinculación del capital humano relacionado en el mercado laboral para cerrar las brechas de talento, fortalecer el capital humano en CTI del país y aumentar la inserción y la demanda de doctores en el sector productivo.

OE2. Mejorar la capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico, la infraestructura científica y tecnológica y las capacidades de las IGC y de las entidades de soporte para aumentar la calidad e impacto del conocimiento en la sociedad.

OE3. Mejorar las capacidades y condiciones para innovar y emprender, la transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo y la sociedad en general y las condiciones para favorecer la adopción de tecnologías para incrementar los niveles de innovación y productividad del país.

OE4. Fortalecer los procesos de inclusión, impacto y cultura de CTI y la comunicación pública del quehacer científico y de la CTI para para lograr un cambio cultural en la sociedad colombiana a través de la valoración y apropiación social del conocimiento

OE5. Aumentar la inclusión social en el desarrollo de la CTI, las capacidades regionales en CTI y la cooperación a nivel regional e internacional para consolidar los sistemas regionales de innovación.

OE6. Mejorar la articulación institucional, el marco regulatorio y la capacidad de inteligencia e información estratégica en CTI para mejorar la dinamización, gobernanza y relacionamiento de actores del SNCTI.

OE7. Incrementar la financiación de la CTI, mejorar su eficiencia y eficacia y su monitoreo y evaluación para alcanzar los niveles de inversión de los países de la OCDE y optimizar su gasto.

### 5.3. Plan de acción

Esta sección corresponde a un trabajo preliminar que aún está en proceso de discusión y concertación entre las entidades del Gobierno, y está sujeta a cambios y ajustes que puedan derivarse de dichos diálogos. De ninguna manera expresa las decisiones del Consejo Nacional de Política Económica y Social.

Para el cumplimiento del objetivo general de la presente política, se establecen siete objetivos específicos desarrollados a través de 19 líneas de acción que implican la implementación de 60 acciones de política por parte de diferentes entidades involucradas en el presente documento. Cabe resaltar que estas acciones son transversales a los retos, misiones y focos temáticos definidos por la *Misión internacional de sabios*, los cuales requerirán de la formulación de políticas complementarias para dar cumplimiento a su abordaje integral.

Las acciones de esta sección se corresponden con los objetivos de política planteados en la sección inmediatamente anterior. Así mismo, el detalle de los recursos asignados a estas acciones, sus responsables y los indicadores de gestión y producto asociados, con sus respectivas metas, se encuentran en el Anexo de este documento, a saber, el Plan de Acción y seguimiento (PAS).

**5.3.1. (OE1) Incrementar las vocaciones científicas en la población infantil y juvenil, vocaciones, la formación en CTI y la vinculación del capital humano relacionado en el mercado laboral para cerrar las brechas de talento, fortalecer el capital humano en CTI del país y aumentar la inserción y la demanda de doctores en el sector productivo. Fomentar las vocaciones, la formación y el empleo cualificado en CTI.**

## **Línea de acción 1. Incrementar las vocaciones científicas en la población infantil y juvenil del país**

(1.1) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional, **diseñará e implementará una ruta estratégica para dinamizar las vocaciones de CTI en niñas, niños, adolescentes y jóvenes**, incluyendo acciones de armonización con las entidades territoriales, los planes de desarrollo locales y la gestión de los recursos asociados en los 33 Codecti del país. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2026.

(1.2) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Cultura, generará orientaciones inclusivas para la promoción de acciones que incluyan las vocaciones en CTI dentro de los Proyectos Educativos Institucionales de las instituciones educativas del país en todas las modalidades. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2026.

(1.3) El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio de Cultura, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (ICETEX) y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), **diseñará e implementará un observatorio de ACTI infantil y juvenil**. A través de la producción de información estadística, el observatorio permitirá conocer la realidad y el contexto de los niños, niñas, adolescentes y jóvenes asociado a su participación en CTI, para la toma de decisiones, seguimiento y evaluación de las políticas de CTI enfocadas a este grupo poblacional para su vinculación y permanencia en el SNCTI. La información será tomada con datos desde múltiples fuentes para transformarlos en información de valor que sirva de referencia para el SNCTI: estudios, indicadores, analítica predictiva y prospectiva, entre otros. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(1.4) El Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (ICETEX), con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y el Ministerio de Relaciones Exteriores, implementarán ajustes en la oferta institucional de su competencia de becas; créditos becas; programas de formación y demás instrumentos de intervención para incentivar la matrícula en programas de formación técnica, tecnológica y profesional en áreas Steam. Esto contempla la inclusión de beneficios financieros, estrategias de apoyo diferencial, reconocimientos, entre otras características que generen incentivos hacia la formación en

**Steam.** El Ministerio de Relaciones Exteriores proporcionará apoyo en la gestión de nuevas oportunidades de formación y en la difusión de las existentes. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2026.

## **Línea de acción 2. Aumentar el capital humano y la formación de alto nivel en CTI.**

(1.5) El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional y el Departamento Nacional de Planeación, diseñará e implementará una herramienta para la identificación de necesidades de formación de alto nivel a nivel de maestría y doctorado. Esta herramienta orientará la asignación de créditos condonables y apoyos para la formación de alto nivel a partir del análisis de las apuestas y áreas prioritarias del país y las regiones; la realización de ejercicios de prospectiva y las dinámicas de generación de conocimiento a nivel internacional; entre otros. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(1.6) El Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (líder) y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) consolidarán una oferta de formación de jóvenes y adultos en las tecnologías asociadas a la Cuarta Revolución Industrial. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2029.

(1.7) El Departamento Administrativo de la Función Pública (DAFP), con el apoyo del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, estructurará un borrador de proyecto normativo que reglamente la carrera administrativa de investigador para el personal científico y tecnológico de los centros e institutos públicos de investigación. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

## **Línea de acción 3. Incrementar la inserción de capital humano en CTI y con formación de alto nivel en el mercado laboral**

(1.8) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación continuará implementando el programa de estancias postdoctorales por los años 2022 a 2031, dando prioridad a la vinculación en entidades del sector empresarial. Dentro de este programa se incluirá un rubro con un apoyo financiero al desarrollo de los proyectos de investigación de los becarios. Cada 5 años se realizará una evaluación de resultados, de tal manera que se recopilen aprendizajes y se implementen mejoras en el desarrollo del programa. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(1.9) El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, con el apoyo de la Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público-Privada y el

Departamento Nacional de Planeación, diseñará un plan de acción para incluir el fomento a la vinculación doctoral en los diferentes instrumentos de intervención del SNCTI y del SNCI. Este plan de acción contemplará el otorgamiento de puntajes diferenciales, la definición de criterios de desempate, la inclusión de aspectos de evaluación, entre otros, que garanticen que se priorice la atención a posibles beneficiarios que hayan garantizado la vinculación de doctores. Lo anterior, con el objetivo de fomentar la vinculación de doctores especialmente al sector productivo y contribuir a equilibrar la vinculación de capital humano de alto nivel en los diferentes sectores. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2029.

(1.10) El Ministerio del Trabajo, con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), desarrollará la oferta de programas de formación para el Trabajo en diferentes niveles del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC). En 2022 dos programas de Formación para el Trabajo relacionado los niveles 4 y 5 del Marco Nacional de Cualificaciones – MNC e implementará la oferta a bachilleres de programas de Formación para el Trabajo en los niveles más avanzados del Marco Nacional de Cualificaciones – MNC enfocados en resolver los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

5.3.2. (OE2) Mejorar la capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico, la infraestructura científica y tecnológica y las capacidades de las IGC y de las entidades de soporte para aumentar la calidad e impacto del conocimiento en la sociedad.

Línea de acción 4. Incrementar la capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico

(2.1) El Ministerio de Educación Nacional, con el apoyo del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación y del Departamento Nacional de Planeación, realizará un diagnóstico sobre la estructura de incentivos orientados al incremento de la calidad y el impacto de la producción científica a nivel nacional e internacional. El periodo de implementación de esta acción será entre 2023 y 2025.

(2.2) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional y del Departamento Nacional de Planeación, estudiará, propondrá e implementará esquemas de reconocimiento a investigadores, tanto en el ámbito educativo como fuera de él, con el objetivo de incentivarlos a que realicen investigaciones y/o complementen sus investigaciones con temas que recorten la brecha entre

generación y uso del conocimiento. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(2.3) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional y del Departamento Nacional de Planeación, diseñará e implementará la política de Ciencia abierta para el país. Esta política incluirá el fomento al acceso al conocimiento y publicaciones abiertas; el fortalecimiento de las capacidades nacionales; la apertura de metodologías y herramientas; el pilotaje de revisión por pares abierta; la definición de métricas alternativas de productividad, entre otros. Así mismo, contemplará mecanismos de financiación e incentivos para el fomento de la ciencia abierta; evaluación abierta; la participación ciudadana y la diversidad publicaciones y conocimientos. La política estará articulada con el régimen de propiedad intelectual del país y con los principios y componentes de la ciencia abierta. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

(2.4) Cuarto, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional, del Ministerio de Salud y del Ministerio del Interior, fomentarán la ética en la CTI para la investigación clínica y las demás áreas y disciplinas de investigación mediante: (i) la definición del alcance y reglamentación de los Comités de Ética tanto para la investigación clínica, como para las demás áreas y disciplinas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, en el marco de una CTI responsable; (ii) la definición y adopción de lineamientos sobre buenas prácticas en investigación, integridad científica y propiedad intelectual por parte de los diversos actores del SNCTI, y (iii) la definición de necesidades de formación en temas de Ética de la investigación, bioética, integridad científica y propiedad intelectual. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

#### **Línea de acción 5. Mejorar la infraestructura científica y tecnológica**

(2.5) El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional y del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, diseñará e implementará la estrategia nacional de gestión de activos para la I+D+i. Esta estrategia permitirá inventariar e identificar el estado actual de los activos a través de un sistema de información y gestionar adecuadamente la adquisición de equipos robustos para la CTI, planteando como parte de la misma, alternativas que mejoren la eficiencia en los procesos de promoción, el uso y adquisición de este tipo de infraestructura y el fomento de su uso compartido, respondiendo a los intereses nacionales planteados por la misión internacional de sabios. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2028.

## **Línea de acción 6. Incrementar las capacidades de las IGC y de las entidades de soporte**

(2.6) El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, con el apoyo técnico del Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, el Ministerio de Salud y el Ministerio de Minas y Energía, consolidará un programa de financiamiento basal dirigido a los centros e institutos de I+D del país, incluidos los pertenecientes a las Instituciones de Educación Superior (IES). El programa definirá las necesidades de investigación de los sectores involucrados. Este esquema de financiamiento tomará como base las experiencias recientes de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y definirá un esquema de apoyo que motive la generación de capacidades y la diversificación de servicios. Cada 5 años se realizará una evaluación de resultados, de tal manera que se recopilen aprendizajes y se implementen mejoras en el desarrollo del programa. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(2.7) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, implementará un programa para fortalecer las entidades de soporte de las diferentes regiones del país. Este programa desarrollará un proyecto de oficinas de transferencia e incubadoras de empresas de base tecnológica que operen en las misiones propuestas por la Misión de Sabios. Igualmente, gestionará los compromisos financieros requeridos para garantizar la operación de este programa en el mediano y largo plazo. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

(2.8) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación diseñará y acompañará la implementación de una estrategia para fortalecer el ecosistema científico del país mediante la formulación e implementación del plan estratégico para la integración de Institutos y Centros públicos de investigación, que, manteniendo su identidad y autonomía, les permita compartir capacidades e infraestructuras para el desarrollo de proyectos de CTI, en cooperación entre ellos y demás actores del SNCTI.

**5.3.3. (OE3) Mejorar las capacidades y condiciones para innovar y emprender, la transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo y la sociedad en general y las condiciones para favorecer la adopción de tecnologías para incrementar los niveles de innovación y productividad del país.**

## **Línea de acción 7. Mejorar las capacidades y condiciones para innovar y emprender**



(3.1) El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y el Departamento Nacional de Planeación, articulará la oferta con el objeto de incrementar la I+D+i en las empresas para mejorar la productividad incluyendo servicios de extensión tecnológica. Dentro de la oferta se hará énfasis al desarrollo de capacidades gerenciales y de fomento a la innovación en las empresas. Cada 5 años se realizará una evaluación de resultados, de tal manera que se recopilen aprendizajes y se implementen mejoras en el desarrollo del programa. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(3.2) El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, rediseñarán el instrumento de cofinanciación de programas y proyectos de I+D+i (matching grants) enfocado en fomentar el desarrollo de proyectos de I+D+i y de innovación empresarial. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

#### **Línea de acción 8. Aumentar la transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo**

(3.3) El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de Innpulsa Colombia, con el apoyo técnico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, dará continuidad al programa InnpulsaTEC por los años entre 2022 y 2031 con el objeto de favorecer el relacionamiento entre entidades generadoras de conocimiento y entidades de soporte con la demanda de servicios científicos y tecnológicos del sector empresarial. Los ministerios de apoyo aportarán las capacidades y conocimientos particulares requeridos para el despliegue del programa en los sectores de competencia. Este programa estará circunscrito a actores que cuenten con reconocimiento por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y se enfocará en tecnologías que estén en el marco de los focos temáticos propuestos por la Misión de Sabios. Adicionalmente, se promoverá el alistamiento, el escalamiento y la aceleración de tecnologías verdes que mejoren la productividad e innovación empresarial con un enfoque en sostenibilidad y/o circularidad. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

#### **Línea de acción 9. Mejorar las condiciones para favorecer la adopción de tecnologías**

(3.4) El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, con el apoyo técnico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, el Banco de Desarrollo Empresarial de Colombia (Bancóldex), el Fondo Nacional de Garantías y el Fondo para el Financiamiento del



Sector Agropecuario (Finagro), liderará la definición de lineamientos que permitan la construcción de un programa de incentivos crediticios y garantías para las micro, pequeñas y medianas empresas que promuevan la importación, compra y uso de nuevas tecnologías, así como el desarrollo, adopción y adaptación de tecnologías en concordancia con los focos temáticos de la Misión Internacional de Sabios. Bancóldex y el Fondo Nacional de Garantías liderarán el diseño del portafolio de instrumentos en conjunto con los sectores involucrados. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

(3.5) El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Departamento Nacional de Planeación, implementará una mesa de trabajo permanente con actores del SNCTI para atender las necesidades de medición en materia de transferencia y adopción de tecnologías en el sector empresarial a través de mejoras en las operaciones estadísticas como la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) y la Encuesta Nacional de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (Entic). El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

**5.3.4.(OE4) Fortalecer los procesos de inclusión, impacto y cultura de CTI y la comunicación pública del quehacer científico y de la CTI para lograr un cambio cultural en la sociedad colombiana a través de la valoración y apropiación social del conocimiento.**

#### **Línea de acción 10. Consolidar procesos de inclusión, impacto y cultura de CTI**

(4.1) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Departamento de Prosperidad Social (DPS) implementarán un programa de experimentación para impulsar proyectos de CTI con enfoque transformativo el cual contará con el apoyo técnico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Cultura, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio del Trabajo. Este programa promoverá la innovación social y la apropiación social del conocimiento, el desarrollo de soluciones a partir de métodos participativos y de co-creación, y el impulso a las capacidades científicas en las comunidades y la ciudadanía, siguiendo la recomendación de la Misión Internacional de Sabios. Este programa se ejecutará a través de una subcuenta dentro del Fondo Francisco José de Caldas. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(4.2) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional, generará y adoptará lineamientos técnicos y estratégicos para

incentivar el enfoque de apropiación social del conocimiento, en el marco de la CTI, en la investigación y la creación de programas y unidades de apropiación social del conocimiento al interior de las Instituciones de Educación Superior (IES) y actores reconocidos del SNCTI. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

(4.3) El Departamento Administrativo de la Función Pública, con el apoyo de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, diseñará y desarrollará el reconocimiento de Entidad pública promotora del conocimiento, en el marco del Premio Nacional de Alta Gerencia y del Modelo Integrado de Planeación y Gestión - MIPG. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(4.4) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Cultura; el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Departamento de Prosperidad Social (DPS), promoverán la creación de museos interactivos y otros centros de ciencia para acercar a niños, jóvenes y la población en general a la ciencia y la tecnología e impulsar la apropiación social del conocimiento. El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio acompañará técnicamente la estructuración de dichos museos dada su experiencia en la construcción y promoción de equipamientos sociales complementarios. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

#### **Línea de acción 11. Mejorar la comunicación pública del quehacer científico y de la CTI**

(4.5) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA); el Ministerio de Educación Nacional; el Ministerio de Cultura y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, desarrollará los lineamientos técnicos y conceptuales para el fomento y desarrollo de estrategias, programas y proyectos de comunicación pública y divulgación de la CTI en el país para estimular la cultura científica. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(4.6) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, desarrollará proyectos colaborativos con comunidades de todo el país mediante un enfoque participativo y de co-creación en los que se ejecuten estrategias y actividades de orden territorial para fortalecer la comunicación y la cultura científica. Estos proyectos promoverán estrategias comunicativas, pedagógicas y de entretenimiento divulgativo con énfasis en disciplinas Steam o desarrollarán contenidos comunicacionales (audiovisuales, multi formatos, digitales y convergentes) de alto impacto con el objetivo de incentivar, estimular, promover modelos abiertos y participativos de CTI a nivel nacional y regional. Todo esto, con enfoque inclusivo y diferencial. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(4.7) El Departamento para la Prosperidad Social, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, generará lineamientos para la implementación de un instrumento de infraestructura social y productiva. Este instrumento involucrará un componente de apropiación social del conocimiento. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2026.

#### 5.3.5. (OE5) Aumentar la inclusión social en el desarrollo de la CTI, las capacidades regionales en CTI y la cooperación a nivel regional e internacional para consolidar los sistemas regionales de innovación.

##### Línea de acción 12. Reducir las brechas de inclusión social en el desarrollo de la CTI

(5.1) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer), diseñará e implementará una agenda de acciones para reducir las barreras de género en la formación de capital humano y al interior de la comunidad científica. Esta agenda incluirá acciones para promover la formación de mujeres en áreas Steam, un trato diferencial y favorable alrededor de la maternidad, el acceso igualitario a instrumentos de intervención y acciones de reconocimiento, entre otros. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

(5.2) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo de la Consejería para la Participación de las Personas Con Discapacidad y el Ministerio del Trabajo, diseñará e implementará una agenda de acciones para reducir las barreras de acceso a la formación de capital humano y al interior de la comunidad científica de las personas con discapacidad. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2030.

##### Línea de acción 13. Fortalecer las capacidades regionales en CTI y la cooperación a nivel regional

(5.3) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para las Regiones) y el Departamento Nacional de Planeación, diseñará e implementará una estrategia para apoyar a las regiones en la construcción y desarrollo de su tejido institucional y capacidades de CTI. Esta estrategia: (i) desarrollará un plan basado en los aprendizajes de oficinas de CTI, equipos, unidades de trabajo de gobernaciones, distritos y municipios, para fortalecer el uso de la oferta nacional a través de servicios regionales; (ii) diseñará e implementará lineamientos articulados con la presente política y con los portafolios territoriales de CTI, y (iii) capacitará en diseño de política pública de CTI con enfoque en los

portafolios territoriales de CTI. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(5.4) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para las Regiones) y el Departamento Nacional de Planeación, diseñará e implementará instrumentos de relacionamiento y coordinación entre departamentos y regiones para fortalecer los sistemas regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación. Con este objetivo, asesorará a los departamentos y municipios que decidan crear sus Secretarías Territoriales de CTI, de manera que se facilite la articulación con los demás sectores en el ámbito regional, departamental y municipal. El periodo de implementación de esta acción será entre 2023 y 2025.

(5.5) El Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público – Privada), con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; el Departamento Nacional de Planeación; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Agricultura, definirá un plan de acción para regionalizar a nivel de subregiones la oferta de instrumentos de intervención del SNCTI, SNCI, SINIA y el SINA en materia de CTI teniendo en cuenta la heterogeneidad regional. Este plan de acción contemplará la diferenciación en los instrumentos en cuanto al acceso, condiciones, tratamiento, beneficios, entre otros, teniendo como insumo el Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC). El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2024.

(5.6) El Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, continuará elaborando el Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) como insumo esencial para orientar la toma de decisiones en materia de CTI a nivel territorial. Dentro de la publicación del IDIC se garantizarán recursos adicionales que permitan desarrollar investigaciones y nuevos contenidos sobre el entendimiento de las dinámicas de CTI a nivel territorial. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(5.7) Por último, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, diseñará e implementará estrategias para promover que las regiones cuenten con políticas de CTI acordes con su ámbito regional y en sintonía con la política nacional. Estas políticas, además de aprovechar las oportunidades regiones, deben buscar reducir las brechas que en generación del conocimiento existen entre las diferentes regiones del país. El periodo de implementación de esta acción será entre 2023 y 2025.

#### Línea de acción 14. Aumentar la cooperación internacional

(5.8) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Relaciones Exteriores y la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC), diseñará una política y agenda de internacionalización en CTI y diplomacia científica que promueva la cooperación científico-tecnológica en temas prioritarios para el país, la promoción de movilidad de investigadores y pasantías laborales, la inclusión de investigadores en las redes globales de investigación e innovación, la transferencia de tecnología, el intercambio de experiencias y buenas prácticas (cooperación Sur-Sur y Triangular), la conexión con la diáspora científica, la pedagogía y formación en materia de diplomacia científica y la realización de proyectos conjuntos de CTI en los focos estratégicos de la Misión de Sabios. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

##### 5.3.6. (OE6) Mejorar la articulación institucional, el marco regulatorio y la capacidad de inteligencia e información estratégica en CTI para mejorar la dinamización, gobernanza y relacionamiento de actores del SNCTI.

#### Línea de acción 15. Mejorar la articulación institucional y el marco regulatorio para la CTI

(6.1) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Administrativo de la Función Pública; el Departamento Nacional de Planeación y el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público-Privada), gestionará la conformación de un Consejo Científico Nacional. Esta será una instancia asesora del Gobierno nacional en el uso y aplicación de evidencia científica para atender los diferentes temas de interés de la agenda pública, siguiendo la recomendación de la Misión Internacional de Sabios. El periodo de implementación de esta acción será el año 2022.

(6.2) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación y el Departamento Administrativo de la Función Pública, creará un vehículo institucional adscrito al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación para la estructuración técnica, administrativa, financiera y la ejecución de los recursos, que se ajuste adecuadamente a las condiciones del contexto colombiano. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(6.3) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Departamento Nacional de Planeación optimizarán la oferta de instrumentos de política para el fomento de CTI para que priorice recursos y acciones alrededor de los retos, desafíos y misiones

propuestas por la Misión Internacional de Sabios. Para ello, se hará uso de la metodología ArCo. En complemento, dentro de esta acción se incluye el desarrollo de una metodología para la implementación y seguimiento de políticas públicas orientadas por misiones. El periodo de implementación de esta acción será entre 2023 y 2026.

(6.4) El Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público-Privada), continuará con la implementación e inclusión de mejoras en la metodología ArCo para favorecer la especialización de roles y funciones de los actores del SNCTI. En el marco de esta acción se implementarán los ajustes que se requieran para especializar a las instituciones de acuerdo con su misionalidad y mejorar la efectividad del gasto público a través de la articulación institucional. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(6.5) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, realizará la actualización normativa del sector CTI y los ajustes procedimentales requeridos para facilitar y fomentar el desarrollo de ACTI en el país. Por lo tanto, definirá e implementará una agenda regulatoria a corto y mediano plazo teniendo en cuenta los lineamientos en materia de mejora regulatoria del Gobierno Nacional. Esta agenda contemplará tendencias y escenarios de futuro sobre tecnologías disruptivas, que permitan adaptar la regulación del sector para anticipar riesgos y aprovechar oportunidades futuras. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(6.6) Finalmente, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo de las entidades que ejercen la secretaría técnica de las instancias relacionadas a continuación, realizará gestión y seguimiento anual a los avances en cada una de las 5 misiones propuestas por la Misión de Sabios así: (i) para la misión *Colombia diversa, bioeconomía y economía creativa* será el Comité Ejecutivo del SNCI con apoyo del Comité Técnico de Sostenibilidad y del Consejo Nacional de Economía Naranja; (ii) para la “Misión de agua y cambio climático” será el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del Consejo Nacional del Agua y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático; (iii) para la misión *Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo* será el Comité Ejecutivo del SNCI con apoyo del Comité Técnico de la Política de Desarrollo Productivo; (iv) para la misión de *Conocimiento e innovación para la equidad* será el Departamento Administrativo para la Prosperidad Social a través de la Mesa de Equidad; (iv) Para la misión *Educar con calidad para el crecimiento, la equidad y el desarrollo humano* será el Comité Ejecutivo del SNCI con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

## **Línea de acción 16. Aumentar la capacidad de inteligencia e información estratégica en CTI**

(6.7) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo Departamento Nacional de Planeación, liderará el desarrollo e implementación de una estrategia de prospectiva en CTI que permita contemplar escenarios de futuro, así como anticipar riesgos y oportunidades de desarrollo tecnológico para el país. Esta estrategia proporcionará insumos para orientar la investigación y la innovación de conformidad con las capacidades del país. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(6.8) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, formularán e implementarán una agenda de mejora en las estadísticas y métricas relacionadas con CTI para dar cumplimiento a los requerimientos internos asociados a esta política y a los estándares definidos por la OCDE. En particular, se profundizará en la medición de I+D a partir de un sistema de seguimiento a la inversión en Investigación y Desarrollo del país que permita desagregarla por sectores y departamentos. Este sistema deberá articularse con el Sistema Estadístico Nacional - SEN y el Sistema de Seguimiento y Evaluación de Gestión de Resultados - SINERGIA. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(6.9) El Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público-Privada), fortalecerá y profundizará el uso del Portal de Innovación [www.innovamos.gov.co](http://www.innovamos.gov.co) como ventanilla única de la oferta de instrumentos de CTI. Así mismo, se implementará un nuevo desarrollo en dicho portal que permita la visualización de los resultados de los proyectos en CTI financiados con recursos públicos. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(6.10) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo de Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, diseñarán e implementarán un plan de acción para mejorar el intercambio de información de los sistemas de información de CTI, a través del uso de la plataforma de interoperabilidad del estado basada en XROAD. Adicionalmente, se cruzará la información de los beneficiarios de los programas vigentes con las bases de datos empresariales del DANE (EAM y EDIT), para crear una línea base y posteriormente aplicar evaluaciones de los programas. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(6.11) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, definirá e implementará mejoras en la plataforma ScienTI, dentro de las cuales se encuentran su incorporación en los Servicios Ciudadanos Digitales de Autenticación y en la Carpeta Ciudadana Digital. Se elaborará un marco de monitoreo, evaluación y aprendizaje para determinar cómo las mediciones ayudan al aprendizaje organizacional y en el país. Así mismo, se revisarán alternativas en el esquema de medición de actores del SNCTI para valorar diferentes modalidades de generación y uso de conocimiento. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2032.

(6.12) El Departamento Administrativo Nacional de Estadística y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, integrarán al Sistema Estadístico Nacional los datos e indicadores del sector Ciencia, Tecnología e Innovación. Este sistema articulará a las entidades del SNCTI. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2032.

(6.13) Finalmente, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación diseñará e implementará las hojas de ruta de las misiones emblemáticas propuestas por la Misión Internacional de Sabios.

5.3.7. (OE 7) Incrementar la financiación de la CTI, mejorar su eficiencia y eficacia y su monitoreo y evaluación para alcanzar los niveles de inversión de los países de la OCDE y optimizar su gasto.

Línea de acción 17. Incrementar y estabilizar la financiación de la CTI y alrededor de misiones

(7.1) El Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, reglamentarán el Marco de Inversión en CTI consignado en el Artículo 21 de la Ley 1286 de 2009 para fomentar la articulación entre entidades y la optimización de la oferta de instrumentos. Cada año se incluirá el marco de inversión en CTI dentro del documento CONPES del Plan Operativo Anual de Inversiones (POAI) y en el proyecto de Ley del Presupuesto General de la Nación. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2024.

(7.2) El Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, desarrollará e implementará una hoja de ruta para impulsar el instrumento de Compra Pública para la Innovación. La hoja de ruta debe estar



alineada con los focos y misiones propuestos por la Misión Internacional de Sabios. El periodo de implementación de esta acción será entre 2023 y 2026.

(7.3) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, optimizarán el funcionamiento de las convocatorias públicas, abiertas y competitivas de la Asignación CTI del SGR mediante iniciativas que orientando los recursos hacia el cumplimiento de las inversiones descritas en la presente política. Esto incluye: (i) la presentación de propuestas a la Comisión Rectora del SGR para la simplificación de requisitos documentales de los proyectos; (ii) la presentación de propuestas de mejora al OCAD CTI para la inclusión de incentivos para aumentar la presentación de proyectos regionales en los que participen dos o más departamentos, el apalancamiento de contrapartidas por parte de los actores CTI y el desarrollo de contenidos para facilitar la estructuración de proyectos; (iii) el diseño y/o implementación de mecanismos y estrategias de desarrollo para promover el aumento de la cooperación internacional y la capacidad de realizar proyectos en alianza, entre otros. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(7.4) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, desarrollarán un plan de acción para mejorar el uso del Fondo Francisco José Caldas como vehículo financiero en CTI basado en un análisis de las fortalezas y debilidades. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025.

(7.5) El Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, presentarán al CONPES la declaratoria de importancia estratégica de las inversiones contenidas en esta política y al Confis la aprobación de vigencias futuras para dichas inversiones respecto a las acciones relacionadas con: (i) el programa de estancias postdoctorales, (ii) el programa de financiamiento de Centros de I+D y (iii) el programa de extensión tecnológica.

#### **Línea de acción 18. Mejorar la eficiencia y eficacia de los instrumentos de financiación**

(7.6) El Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público – Privada), incrementarán el ámbito de alcance de la metodología ArCo a recursos de funcionamiento, cooperación internacional y entidades que no hagan parte del PGN. En el marco de este trabajo, se vinculará todo el flujo operativo de ArCo dentro del portal innovamos.gov.co y se incorporará la Guía de Diseño de Instrumentos de Innovación desarrollada por SwissContact y el Consejo Privado de Competitividad. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031.

(7.7) El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación y del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, realizarán ajustes normativos para aumentar la difusión del instrumento de beneficios tributarios. Para complementar este esfuerzo, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación realizará acciones administrativas para simplificar y ampliar el uso del mecanismo en el sector empresarial. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2027.

(7.8) El Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, desarrollarán e implementarán mecanismos que generen incentivos para comprometer recursos en ACTI desde los sectores administrativos. En particular, se desarrollará un mecanismo que adicione al techo presupuestal de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la vigencia subsiguiente aquellos recursos que los sectores no hayan comprometido en ACTI en la última vigencia presupuestal para dar cumplimiento a las metas establecidas en el marco de inversión en CTI. El periodo de implementación de esta acción será entre 2023 y 2026.

#### **Línea de acción 19. Fortalecer el monitoreo y evaluación de la CTI**

(7.9) Finalmente, el Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, diseñará e implementará una estrategia para mejorar los esquemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de las intervenciones y proyectos de CTI financiados con recursos públicos. El periodo de implementación de esta acción será entre 2023 y 2026.

#### **5.4. Seguimiento**

El seguimiento a la ejecución física y presupuestal de las acciones propuestas para el cumplimiento de los objetivos del presente Documento CONPES se realizará a través del PAS que se encuentra en el Anexo A. En este se señalan las entidades responsables de cada acción; los periodos de ejecución de estas; los recursos necesarios y disponibles para llevarlas a cabo; y la importancia de cada acción para el cumplimiento del objetivo general de la política. El reporte periódico al PAS se realizará semestralmente por todas las entidades concernidas en este documento y será consolidado según los lineamientos del DNP.

Esta política tiene un período de implementación que cubre desde el año 2022 hasta el 2031. Su seguimiento se hará de manera semestral iniciando su reporte en junio de 2022 y finalizando con el informe de cierre con corte al 31 de diciembre de 2031. Lo anterior, se traduce en un total de 20 reportes semestrales para un período de 10 años, tal y como se señala en la Tabla 3.

Tabla 3. Cronograma de seguimiento

Corte	Fecha
Primer corte	30 de junio de 2022
Segundo corte	31 de diciembre de 2022
Tercer corte	30 de junio de 2023
Cuarto corte	31 de diciembre de 2023
Quinto corte	30 de junio de 2024
Sexto corte	31 de diciembre de 2024
Séptimo corte	30 de junio de 2025
Octavo corte	31 de diciembre de 2025
Noveno corte	30 de junio de 2026
Décimo corte	31 de diciembre de 2026
Undécimo corte	30 de junio de 2027
Duodécimo corte	31 de diciembre de 2027
Décimo tercer corte	30 de junio de 2028
Décimo cuarto corte	31 de diciembre de 2028
Décimo quinto corte	30 de junio de 2029
Décimo sexto corte	31 de diciembre de 2029
Décimo séptimo corte	30 de junio de 2030
Décimo octavo corte	31 de diciembre de 2030
Décimo noveno corte	30 de junio de 2031
Informe de cierre	31 de diciembre de 2031

Fuente: DNP (2020).

## 5.5. Financiamiento

4

Tabla 4. Financiamiento indicativo de la política por objetivo

(cifras en millones de pesos)

Objetivo específico	Total
OE1 Incrementar las vocaciones científicas en la población infantil y juvenil, vocaciones, la formación en CTI y la vinculación del capital humano relacionado en el mercado laboral para cerrar las brechas de talento, fortalecer el capital humano en CTI del país y aumentar la inserción y la demanda de doctores en el sector productivo.	911.000

Objetivo específico	Total
OE2 Mejorar la capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico, la infraestructura científica y tecnológica y las capacidades de las IGC y de las entidades de soporte para aumentar la calidad e impacto del conocimiento en la sociedad.	371.802
OE3 Mejorar las capacidades y condiciones para innovar y emprender, la transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo y la sociedad en general y las condiciones para favorecer la adopción de tecnologías para incrementar los niveles de innovación y productividad del país.	50.200
OE4 Fortalecer los procesos de inclusión, impacto y cultura de CTI y la comunicación pública del quehacer científico y de la CTI para para lograr un cambio cultural en la sociedad colombiana a través de la valoración y apropiación social del conocimiento.	147.596
OE5 Aumentar la inclusión social en el desarrollo de la CTI, las capacidades regionales en CTI y la cooperación a nivel regional e internacional para consolidar los sistemas regionales de innovación.	68.104
OE6 Mejorar la articulación institucional, el marco regulatorio y la capacidad de inteligencia e información estratégica en CTI para mejorar la dinamización, gobernanza y relacionamiento de actores del SNCTI.	624.150
OE7 Incrementar la financiación de la CTI, mejorar su eficiencia y eficacia y su monitoreo y evaluación para alcanzar los niveles de inversión de los países de la OCDE y optimizar su gasto.	17.300
<b>Total</b>	<b>2.190.152</b>

Fuente: DNP (2020).

**Tabla 5. Financiamiento indicativo de la política por entidad**  
(cifras en millones de pesos)

Entidad	Total
Departamento Administrativo de la Función Pública	1.474
Departamento Administrativo de Presidencia de la República	900
Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)	3.600
Departamento Administrativo para la Prosperidad Social	400
Departamento Nacional de Planeación	9.150
Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior	1.000
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	3.200
Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación	2.120.928

Entidad	Total
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	45.600
Ministerio de Educación Nacional	1.200
Ministerio del Trabajo	2.700
Total	2.187.852

Fuente: DNP (2020).

BORRADOR

## 6. RECOMENDACIONES

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Educación Nacional, el Departamento de Prosperidad Social y el Ministerio de Trabajo, recomiendan al Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES):

1. Aprobar la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031 planteada en el presente documento CONPES, incluyendo el Plan de Acción y Seguimiento (PAS) contenido en el Anexo A.
2. Solicitar a las entidades del Gobierno nacional involucradas en este documento CONPES priorizar los recursos para la puesta en marcha de sus estrategias, acorde con el Marco de Gasto de Mediano Plazo del respectivo sector.
3. Solicitar al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación:
  - a. Diseñar e implementar una ruta estratégica para dinamizar las vocaciones de CTI en niñas, niños, adolescentes y jóvenes.
  - b. Generar orientaciones inclusivas para la promoción de acciones que incluyan las vocaciones en CTI dentro de los Proyectos Educativos Institucionales de las instituciones educativas del país.
  - c. Diseñar e implementar un observatorio de ACTI infantil y juvenil.
  - d. Diseñar e implementar una herramienta para la identificación de necesidades de formación de alto nivel a nivel de maestría y doctorado.
  - e. Continuar implementando el programa de *estancias postdoctorales*, dando prioridad a la vinculación en entidades del sector empresarial.
  - f. Diseñar un plan de acción para incluir el fomento a la vinculación doctoral en los diferentes instrumentos de intervención del SNCTI y del SNCI.
  - g. Estudiar, proponer e implementar esquemas de reconocimiento a investigadores, tanto en el ámbito educativo como fuera de él.
  - h. Diseñar e implementar la política de *Ciencia abierta* para el país.
  - i. Fomentar la ética en la CTI para la investigación clínica y las demás áreas y disciplinas de investigación.
  - j. Diseñar e implementar la estrategia nacional de gestión de activos para la I+D+i.

- k. Consolidar un programa de financiamiento basal dirigido a los centros e institutos de I+D del país, incluidos los pertenecientes a las Instituciones de Educación Superior (IES).
- l. Implementar un programa para fortalecer las entidades de soporte de las diferentes regiones del país.
- m. Diseñar una estrategia para fortalecer el ecosistema científico del país mediante la integración de Institutos y Centros públicos y autónomos de investigación.
- n. Articular su oferta con el objeto de incrementar la productividad de las empresas a partir de servicios de extensión tecnológica.
- o. Rediseñar el instrumento de cofinanciación de programas y proyectos de I+D+i (*matching grants*).
- p. Implementar un programa de experimentación para impulsar proyectos de CTI con enfoque transformativo.
- q. Generar lineamientos técnicos y estratégicos para incentivar el enfoque de apropiación social en la investigación y la creación de programas y unidades de apropiación social de la CTI al interior de las Instituciones de Educación Superior (IES) y actores reconocidos del SNCTI.
- r. Promover la creación de museos interactivos y otros centros de ciencia que permitan acercar a niños, jóvenes y la población en general a la ciencia y la tecnología con el fin de impulsar la apropiación del conocimiento.
- s. Desarrollar los lineamientos técnicos y conceptuales para el fomento y desarrollo de estrategias, programas y proyectos de comunicación pública y divulgación de la CTI en el país.
- t. Desarrollar proyectos colaborativos con comunidades de todo el país mediante un enfoque participativo y de co-creación.
- u. Diseñar e implementará una agenda de acciones para reducir las barreras de género en la formación de capital humano y al interior de la comunidad científica.
- v. Diseñar e implementar una agenda de acciones para reducir las barreras de acceso a la formación de capital humano y al interior de la comunidad científica de las personas con discapacidad.

- w. Diseñar e implementar una estrategia para apoyar a las regiones en la construcción y desarrollo de su tejido institucional y capacidades de CTI.
- x. Diseñar instrumentos de relacionamiento y coordinación entre departamentos y regiones para fortalecer los sistemas regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- y. Diseñar e implementar estrategias para promover que las regiones cuenten con políticas de CTI acordes con su ámbito regional y en sintonía con la política nacional.
- z. Diseñar una política y agenda de internacionalización en CTI que promueva la cooperación científico-tecnológica en temas prioritarios para el país.
- aa. Gestionar la conformación de un Consejo Nacional de Política de CTI y de un Consejo Científico Nacional.
- bb. Crear un vehículo institucional adscrito al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación para la estructuración técnica, administrativa, financiera y la ejecución de los recursos, que se ajuste adecuadamente a las condiciones del contexto colombiano.
- cc. Optimizar la oferta de instrumentos de política para el fomento de CTI para que priorice recursos y acciones alrededor de los retos, desafíos y misiones propuestas por la Misión Internacional de Sabios
- dd. Realizar la actualización normativa del sector CTI y los ajustes procedimentales requeridos para facilitar y fomentar el desarrollo de ACTI en el país.
- ee. Realizar gestión y seguimiento a los avances con cada una de las 5 misiones propuestas por la Misión de Sabios.
- ff. Liderar el desarrollo e implementación de una estrategia de prospectiva en CTI.
- gg. Implementar una agenda de mejora en las estadísticas y métricas relacionadas con CTI para dar cumplimiento a los requerimientos internos asociados a esta política y a los estándares definidos por la OECD
- hh. Diseñar e implementar un plan de acción para mejorar el intercambio de información de los sistemas de información de CTI.



- ii. Implementar mejoras en la plataforma Scienti, dentro de las cuales se encuentran su incorporación en los Servicios Ciudadanos Digitales de Autenticación y en la Carpeta Ciudadana Digital.
  - jj. Diseñar e implementar las hojas de ruta de las misiones emblemáticas propuestas por la Misión internacional de Sabios.
  - kk. Optimizar el funcionamiento de las convocatorias públicas, abiertas y competitivas de la Asignación CTI del SGR mediante iniciativas que orientando los recursos hacia el cumplimiento de las inversiones descritas en la presente política.
  - ll. Desarrollar un plan de acción para mejorar el uso del Fondo Francisco José Caldas como vehículo financiero en CTI basado en un análisis de las fortalezas y debilidades.
  - mm. Presentar al CONPES la declaratoria de importancia estratégica de las inversiones contenidas en esta política y al Confis la aprobación de vigencias futuras para dichas inversiones.
  - nn. Realizar ajustes normativos para aumentar la difusión del instrumento de beneficios tributarios.
4. Solicitar al Departamento Nacional de Planeación:
- a. Consolidar y divulgar la información del avance de las acciones según lo planteado en el PAS (Anexo A). La información deberá ser proporcionada por las entidades involucradas en este documento de manera oportuna según lo establecido en la Tabla 3.
  - b. Continuar elaborando el Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) como insumo esencial para orientar la toma de decisiones en materia de CTI a nivel territorial.
  - c. Optimizar la oferta de instrumentos de política para el fomento de CTI para que priorice recursos y acciones alrededor de los retos, desafíos y misiones propuestas por la Misión Internacional de Sabios.
  - d. Continuar con la implementación de la metodología ArCo para favorecer la especialización de roles y funciones de los actores del SNCTI.
  - e. Fortalecer y profundizar el uso del Portal de Innovación [www.innovamos.gov.co](http://www.innovamos.gov.co) como ventanilla única de la oferta de instrumentos de CTI.

- f. Diseñar e implementar un plan de acción para mejorar el intercambio de información de los sistemas de información de CTI.
  - g. Reglamentar el Marco de Inversión en CTI consignado en el Artículo 21 de la Ley 1286 de 2009 para fomentar la articulación entre entidades y la optimización de la oferta de instrumentos.
  - h. Desarrollar e implementar una hoja de ruta para impulsar el instrumento de Compra Pública para la Innovación.
  - i. Presentar al CONPES la declaratoria de importancia estratégica de las inversiones contenidas en esta política y al CONFIS la aprobación de vigencias futuras para dichas inversiones.
  - j. Incrementar el ámbito de alcance de la metodología ArCo a recursos de funcionamiento, cooperación internacional y entidades que no hagan parte del Presupuesto General de la Nación.
  - k. Desarrollar e implementar mecanismos que generen incentivos para comprometer recursos en ACTI desde los sectores administrativos.
  - l. Diseñar e implementar una estrategia para mejorar los esquemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de las intervenciones y proyectos de CTI financiados con recursos públicos.
5. Solicitar al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo:
- a. Rediseñar el instrumento de cofinanciación de programas y proyectos de I+D+i (*matching grants*).
  - b. Dar continuidad al programa InnpulsaTEC con el objeto favorecer el relacionamiento entre entidades generadoras de conocimiento y entidades de soporte con la demanda de servicios científicos y tecnológicos del sector empresarial.
  - c. Liderar la definición de lineamientos que permitan la construcción de un programa de incentivos crediticios y garantías para las Mipymes que promuevan la importación, compra y uso de nuevas tecnologías, así como el desarrollo, adopción y adaptación de tecnologías en concordancia con los focos temáticos de la Misión de Sabios.
6. Solicitar al Ministerio de Educación Nacional:

- a. Realizar un diagnóstico a la estructura de incentivos orientados al incremento de la calidad y el impacto de la producción científica a nivel nacional e internacional.
- 7. Solicitar al Ministerio del Trabajo:
  - a. Desarrollar la oferta de programas de formación para el Trabajo en diferentes niveles del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC).
- 8. Solicitar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones:
  - a. Consolidar una oferta de formación de jóvenes y adultos en las tecnologías asociadas a la Cuarta Revolución Industrial.
- 9. Solicitar al Departamento Administrativo de la Función Pública:
  - a. Estructurar un borrador de proyecto de decreto reglamentario que permita reglamentar la carrera administrativa de investigador para el personal científico y tecnológico de los centros e institutos públicos de investigación.
  - b. Diseñar y desarrollar el reconocimiento de Entidad pública promotora del conocimiento.
- 10. Solicitar a la Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público – Privada (CPCGPP):
  - a. Definir un plan de acción para regionalizar a nivel de subregiones la oferta de instrumentos de intervención del SNCTI, SNCI, SNIA y el SINA en materia de CTI teniendo en cuenta la heterogeneidad regional.
- 11. Solicitar al Departamento para la Prosperidad Social (DPS):
  - a. Implementar un programa de experimentación para impulsar proyectos de CTI con enfoque transformativo.
  - b. Generar lineamientos para la implementación de un instrumento de infraestructura social y productiva.
- 12. Solicitar al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE):
  - a. Implementar una mesa de trabajo permanente con actores del SNCTI para atender las necesidades de medición en materia de transferencia y adopción de tecnologías en el sector empresarial.
  - b. Implementar una agenda de mejora en las estadísticas y métricas relacionadas con CTI para dar cumplimiento a los requerimientos internos asociados a esta política y a los estándares definidos por la OECD.

- c. Integrar al Sistema Estadístico Nacional los datos e indicadores del sector Ciencia, Tecnología e Innovación.

13. Solicitar al Servicio Nacional de Aprendizaje:

- a. Consolidar una oferta de formación de jóvenes y adultos en las tecnologías asociadas a la Cuarta Revolución Industrial (diciembre 2029).

14. Solicitar al Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (Icetex):

- a. Implementar ajustes en la oferta institucional de becas, créditos becas, programas de formación y demás instrumentos de intervención para incentivar la matrícula en programas de formación técnica, tecnológica y profesional en áreas Steam (diciembre 2026).

BORRADOR

## GLOSARIO

**Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI):** Actividades sistemáticas que están estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos (MinCiencias, 2021).

**Desarrollo experimental:** Son trabajos sistemáticos basados en los conocimientos adquiridos de la investigación y la experiencia práctica, o la producción de nuevos conocimientos orientados a la fabricación de nuevos productos o procesos, o la mejora de los existentes. El desarrollo experimental es la fase en la que el conocimiento general se pone a prueba para establecer el potencial de sus aplicaciones específicas, para llevar un proceso a un final exitoso (OCDE, 2015).

**Capital humano en I+D+i:** Conocimiento, habilidades, competencias y atributos incorporados en individuos a través de la educación formal y no formal. El capital humano en I+D+i integra el talento humano con formación de alto nivel, el talento humano con habilidades en tecnologías emergentes como ciencias de la computación, Big Data, robótica industrial, ingeniería de IoT, entre otras.

**Entidades de soporte:** Estructuras que facilitan el flujo del conocimiento y la vinculación entre quienes trabajan en su generación y quienes lo aplican. El funcionamiento de estas entidades depende del grado de consolidación de los sistemas de innovación en los que están inmersos, en otras palabras, sus actividades están sujetas al comportamiento y desempeño de los actores a quienes deben apoyar. Son entidades de soporte las Incubadoras de Empresas, los Parques Tecnológicos, las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs), entre otros (Colciencias, 2016).

**Industrias 4.0:** Modelo de organización y de control de la cadena de valor a través de sistemas de fabricación apoyados por tecnología. La Industria 4.0 está sustentada en la aplicación de sistemas ciber físicos y tecnologías como Internet de las cosas, robótica, Big Data y realidad aumentada, para el desarrollo de procesos de fabricación más inteligentes, que incluyen dispositivos, máquinas, módulos de producción y productos que tienen la capacidad de interacción y de intercambio de información de forma independiente, permitiendo un entorno de fabricación inteligente. La Industria 4.0 se considera la cuarta revolución industrial (DNP, 2020).

**Innovación:** Es la introducción de un producto o/y proceso nuevo o significativamente mejorado que difiere significativamente de los productos o procesos previos de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puestas en funcionamiento (proceso) por la unidad (Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico, 2018).

**Instituciones Generadoras de Conocimiento (IGC):** Organizaciones que en el desarrollo de sus actividades hacen investigación básica y aplicada, la cual es la base de la generación de nuevo conocimiento.

**Inteligencia artificial:** Es el campo científico de la informática dedicado a la creación de programas que buscan resolver problemas cognitivos comúnmente asociados con la inteligencia humana o seres inteligentes, entendidos como aquellos que pueden adaptarse a situaciones cambiantes. Su base es el desarrollo de sistemas informáticos, la disponibilidad de datos y los algoritmos (DNP, 2020).

**Investigación aplicada:** Es el desarrollo de trabajos originales para adquirir nuevos conocimientos sobre un objetivo o propósito específico práctico. A través de la investigación aplicada se determinan los posibles usos de los resultados de la investigación básica, o nuevas formas de alcanzar objetivos específicos predeterminados. En general, la investigación aplicada desarrolla ideas y las convierte en algo operativo (OCDE, 2015).

**Investigación básica:** Consiste en trabajos teóricos o experimentales que se emprenden principalmente para adquirir nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin tener el propósito de otorgarles alguna aplicación o utilización específica (OCDE, 2015).

**Internet de las cosas:** Red de trabajo compuesta por objetos inteligentes, activos ciberfísicos, tecnologías de la información relacionadas y, opcionalmente, plataformas computacionales de última generación o en la nube, que habilitan el acceso, recolección, análisis, comunicación e intercambio de información sobre procesos, productos y/o servicios en un ambiente industrial de forma inteligente, autónoma y en tiempo real para optimizar el valor general de la producción (DNP, 2020)

**Sistemas Tecnológicos:** Hace referencia a redes de agentes que interactúan en un área tecnológica específica bajo una infraestructura institucional particular para generar, difundir y hacer uso la tecnología. Los sistemas tecnológicos se definen en términos del conocimiento o la tendencia en la competencia, en lugar de la tendencia de bienes y servicios ordinarios (Geels, 2004).

## ANEXOS

### Anexo A. Plan de Acción y Seguimiento (PAS)

BORRADOR

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia Australiana de Ciencias. (2020). What is Science? Australia.
- ACOFACIEN. (2006). *Inventario de equipos robustos en las universidades colombianas*.
- Agencia Espacial Europea. (2007). *Technology Readiness Levels Handbook for space applications*.
- Agencia Presidencial para la Cooperación. (2019). *Informe de Gestión 2019 - APC Colombia*. Obtenido de <https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/2020-04/Informe-de-Gestion-2019-Version-2.pdf>
- Akamai. (2017). *Akamai's State Of The Internet Q1 2017 Report*.
- Akcigit, U., Hanley, D., & Serrano-Vela, N. (2013). Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy and Growth. *NBER Working Paper No. 19473*.
- APC. (2019). *Informe de Gestión 2019 - APC Colombia*. Obtenido de <https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/2020-04/Informe-de-Gestion-2019-Version-2.pdf>
- Arocena, R., Göransson, B., & Sutz, J. (2018). *Developmental universities in inclusive innovation systems*.
- Australian Research Council. (septiembre de 2018). *Australian Government*. Obtenido de <https://www.arc.gov.au/grants/linkage-program/industrial-transformation-research-program/industry-growth-centres-initiative>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo*.
- Banco Mundial. (2015). *Análisis Funcional y de Gobernanza del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia*. Obtenido de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/141\\_InformeFinal.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/141_InformeFinal.pdf)
- Banco Mundial. (2016). *Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6?view=chart>
- Banco Mundial. (2018). *Análisis de Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación a nivel subnacional en Colombia*. . Cuarto Entregable: Análisis funcional y de Gobernanza.
- Banco Mundial. (2019). *Momento decisivo: La educación superior en América Latina y el Caribe*.



- Banco Mundial. (2020). *GDP Growth (Annual %)*. Obtenido de <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>
- Banco Mundial. (2020). *Research and development expenditure (% of GDP)*. Obtenido de <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Bell, M., & Pavitt, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate change*, 2(2), 157-210.
- BID. (2020). Emprendimientos de base científico-tecnológica en América Latina .
- BID. (25 de Mayo de 2020). *Respuestas al COVID-19 desde la Ciencia, la Innovación y el Desarrollo Productivo*. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0002347>
- Bloom, N., Lemos, R., Sadun, R., Scur, D., & Reenen, J. V. (2014). *The New Empirical Economics of Management*.
- Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier*.
- Cámara de Comercio de Bogotá; Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia; International Chamber of Commerce. (2018). *Observatorio de la economía digital de Colombia*.
- Castells, M. (2013). *El impacto de internet en la sociedad: una perspectiva global*. Obtenido de [https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-impacto-de-internet-en-la-sociedad-una-perspectiva-global/#:~:text=Introducci%C3%B3n,tecnol%C3%B3gica%20durante%20la%20era%20industrial.&text=La%20tecnolog%C3%ADa%20de%20internet%20en,1969%20\(Abbate%2C%201999\)](https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-impacto-de-internet-en-la-sociedad-una-perspectiva-global/#:~:text=Introducci%C3%B3n,tecnol%C3%B3gica%20durante%20la%20era%20industrial.&text=La%20tecnolog%C3%ADa%20de%20internet%20en,1969%20(Abbate%2C%201999)).
- Cathles, & Navarro. (2019). *La disrupción del talento*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Centro Nacional de Consultoría. (2017). Estudio Vinculación de Doctores Formación de Alto Nivel.
- Chingaté, N., & Molano, A. (2016). Recomendaciones a la política y a la estrategia de la apropiación social de ciencia, tecnología e innovación (ASCTI) en Colombia. Una Mirada desde el Foro Nacional ASCTI. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15(8), 43-56.
- Cirera, X., & Maloney, W. (2017). *The Innovation Paradox*. Washington: World Bank Publications.

- Colciencias. (2006). *Plan Estratégico Programa Nacional de Prospectiva en Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de [http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/783/396.%20PlanEstrategico\\_ProgramaNacionalProspectivaCTel2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/783/396.%20PlanEstrategico_ProgramaNacionalProspectivaCTel2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Colciencias. (2016). *Documento N° 1602. Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- Colciencias. (2018). *Libro Verde 2030: Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Repositorio Principal CENDOC: <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/33995>
- Colciencias. (2018). Mapeo de iniciativas de CTel en niños, niñas y jóvenes.
- Comin, D., & Mestieri, M. (2016). If Technology Has Arrived Everywhere, Why has Income Diverged. *NBER working paper*.
- Comisión Europea. (2016). *Open innovation, open science, open to the world*.
- Comision Europea. (2017). *Towards a Mission-Oriented Research and Innovation Policy in the European Union. An ESIR Memorandum: Executive Summary*.
- Comision Europea. (2018). *Mission-Oriented Research and Innovation Policy*.
- CONFECÁMARAS. (SF). *¿Qué es el RUES?: RUES*. Obtenido de RUES: <https://www.rues.org.co/Home/About>
- Consejo Científico Británico. (2020). Our definition of science. Reino Unido.
- Cornell University; Institut Européen d'Administration des Affaires; World Intellectual Property Organization. (2019). *The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives—The Future*.
- Corte Constitucional. (2009). *Auto 004 de 2009*. Obtenido de Corte Constitucional: <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/Autos/2009/A004-09.htm>
- CPC. (2019). *Informe Nacional de Competitividad 2019-2020*. Obtenido de [https://compite.com.co/wp-content/uploads/2019/11/CPC\\_INC\\_2019-2020\\_Informe\\_final\\_subir.pdf](https://compite.com.co/wp-content/uploads/2019/11/CPC_INC_2019-2020_Informe_final_subir.pdf)
- David, P. A. (1985). Clio and the economics of QWERTY. *Economic History*, 75(2), 332-335.
- Daza-Caicedo, S., & Lozano-Borda, M. (2013). *Actividades hacia "otros públicos". Entre la difusión, la apropiación y la gobernanza de la ciencia y la tecnología*. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019). *Saber para decidir*.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2016). *Documento N° 1602. Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2017). *Política de ética, bioética e integridad científica*.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). *Innovar tiene su crédito*. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/convocatorias/innovacion/innovar-tiene-su-credito-linea-financiacion-idi-segunda-convocatoria>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). *Libro Verde 2030: Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Repositorio Principal CENDOC: <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/33995>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). *Lineamientos para una política de Ciencia Abierta en Colombia*. Bogotá.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). *Lineamientos para una política de Ciencia Abierta en Colombia*. Bogotá.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). Mapeo de iniciativas de CTel en niños, niñas y jóvenes.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Política de Desarrollo Productivo 2016 - 2025 (Documento CONPES 3866)*. Bogotá D.C.: DNP.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Conpes 3918. Estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Colombia*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Política Nacional de Explotación de Datos. CONPES 3920*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad"*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/BasesPND2018-2022n.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad"*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/BasesPND2018-2022n.pdf>

- Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Implementación de la metodología de "Articulación para la Competitividad" -ArCo- PGN 2021. 2ª iteración.*
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Metodología de Articulación (ArCo). Análisis de oferta proyecto de PGN 2021.* Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Competitividad/Paginas/Metodologia-de-Articulacion-ArCo.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación. (2021). *Indice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC) 2020.* Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Competitividad/Paginas/Indice-Departamental-de-Innovacion-para-Colombia-2019.aspx>
- Dogson, M. (2000). *Systemic Integration of the Innovation Process within the Firm.*
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, 11(3), 147-162.
- Dutrénit, G., & Sutz, J. (2014). *National Systems of Innovation. Social Inclusion and Development. The Latin American Experience.* Edward Elgar.
- Estupiñan, F. (2014). Evaluación de Resultados del Programa Piloto de Inserción Laboral de Doctores de Colciencias.
- European Commission. (2005). *Innovation market failures and state aid: developing criteria.*
- Fagerberg, J. (2006). Introduction. En J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation.*
- Fagerberg, J., & Verspagen, B. (2002). Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation. *Research Policy*, 31, 1291-1304.
- Fedesarrollo. (2014). *Evaluación institucional y de procesos con énfasis en el ciclo de proyectos del Sistema General de Regalías.* Obtenido de [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/1706/Repore\\_Septiembre\\_2014\\_Nu%C3%B1ez\\_Castro\\_y\\_Rincon.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/1706/Repore_Septiembre_2014_Nu%C3%B1ez_Castro_y_Rincon.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Fernández-Polcuch, E., Bello, A., & Massarani, L. (2016). *Políticas públicas e instrumentos para el desarrollo de la cultura científica en América Latina. Estudios y documentos de política científica de ALC.* UNESCO.
- Fidalgo, F., & Borges, L. (2012). Employee Turnover Impact in Organizational Knowledge Management: The Portuguese Real Estate Case. *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, 2(2).

- Foro Económico Mundial. (2019). The Global Competitiveness Report 2019.
- Forst, M. (2018). *United Nations Special Rapporteur on the situation of human rights defenders*. United Nations.
- Freeman, C. (1982). *The economics of industrial innovation*.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lesson from Japan*. Pinter publisher.
- García Peñalvo, F. J. (2012). Gestión del conocimiento y de la tecnología. *GRupo de Investigación en interAcción y eLearning*.
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Science Direct*, 898. Obtenido de From sectoral systems of innovation to socio-technical systems Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory.
- Gómez, A. (2015). *Aportes para la construcción de una política pública para la formación doctoral en Colombia*. Bogotá: Estudio realizado para Colciencias.
- Grupo Banco Mundial . (2018). *Colombia Notas de Política* . Obtenido de Documentos Banco Mundial: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/375251544569089932/pdf/Colombia-Policy-Notes.pdf>
- Harvard's Growth Lab. (2018). *Atlas of Economic Complexity*. Obtenido de Colombia: <https://atlas.cid.harvard.edu/countries/49>
- Hidalgo, C., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of the Sciences of the United States of America*, 10570–10575.
- Ibarra García, S., Federico, J., Ortiz, M., & Kantis, H. (2018). ¿EL ECOSISTEMA O LOS ECOSISTEMAS?PRIMERAS EVIDENCIAS DE UN EJERCICIO DE TIPOLOGÍAS SOBRE CIUDADES DE LA PROVINCIA DE SANTA FE (ARGENTINA). *RGEPE*.
- IIPP-UCL. (2019). *A Mission-Oriented UK Industrial Strategy*.
- INGSA. (2019). Conclusiones del Taller de Asesoramiento Científico Gubernamental y Diplomacia Científica. Bogotá.
- INSEAD. (2019). *The Global Innovation Index*. Obtenido de <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>

- Instituto de Emprendimiento y Desarrollo Global. (2018). *Global Entrepreneurship Index*. Obtenido de The Global Entrepreneurship and Development Institute: [https://thegedi.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2017/12/2018-GEI-TechnicalAnnex.pdf](https://thegedi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2017/12/2018-GEI-TechnicalAnnex.pdf)
- Institute for Innovation and Public Purpose. (2019). *A Mission-Oriented UK Industrial Strategy*.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2020). *Informe Nacional de Resultados para Colombia - PISA 2018*.
- Jones, C. (2016). The Facts of Economic Growth. En *Handbook of Macroeconomics* (págs. 3–69).
- Kaplinsky, R. (2011). Schumacher meets Schumpeter: appropriate technology below the radar. *Research Policy*, 40(2), 193-203.
- Kattel, R., & Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector. *Working Paper Series (IIPP WP 2018-5)*.
- Kline, S., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En R. Landau, & N. Rosenberg, *The positive sum strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (págs. 275-306). Washington, DC: National Academy Press.
- Kobos, P., Malczynski, L., Walker, L., Borns, D., & Klise, G. (2018). Timing is everything: A technology transition framework for regulatory and market readiness levels. *Technological Forecasting & Social Change*, 137, 211-225.
- Laboratorio de Cibermetría. (2019). *Ranking Web de Centros de Investigación del Mundo*. Obtenido de [http://research.webometrics.info/es/Americas/Latin\\_America](http://research.webometrics.info/es/Americas/Latin_America)
- Leon, D. (2017). Differential approach and capabilities: An analysis for the population displaced in Colombia. *Economic and Social Thought*, 4(3).
- London School of Economics . (2014). *Management Matters: Manufacturing Report*.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers.
- Mazzucato, M. (2013). *The entrepreneurial state*. Anthem Press.
- Mazzucato, M. (2015). Innovation systems: from fixing market failures to creating markets. *Intereconomics*, 120-125.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803-815.
- Mazzucato, M., & Dibb, G. (2019). *Missions: A beginner's guide*. IIPP Policy Brief 09.

- MinCiencias. (2016). *Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*.  
Obtenido de <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/politiciadeactores-snctei.pdf>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). *Lineamientos Para Una Política De Ciencia Abierta En Colombia*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2019). Documento Base para la Política de Formación y Vinculación de Investigadores a Nivel de Doctorado.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (07 de 05 de 2019). *La Ciencia, la Tecnología y la Innovación en el Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022*. Obtenido de [https://minciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/la-ciencia-la-tecnologia-y-la-innovacion-en-el-plan-nacional-desarrollo-2018-2022](https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/la-ciencia-la-tecnologia-y-la-innovacion-en-el-plan-nacional-desarrollo-2018-2022)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2020). *Informe Beneficios Tributarios 2019*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (1 de Junio de 2020). *La Ciencia en cifras*. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/investigadores>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2020). *Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento. Ciencia, Tecnología e Innovación de los ciudadanos para los ciudadanos*. Obtenido de [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/documento\\_de\\_lineamientos\\_para\\_la\\_politica\\_nacional\\_de\\_apropiacion\\_social\\_del\\_conocimiento\\_1.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/documento_de_lineamientos_para_la_politica_nacional_de_apropiacion_social_del_conocimiento_1.pdf)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2020). *Plataforma ScienTI. Convocatoria 833-2019*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Base de Grupos de investigación reconocidos 2019*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Beneficios tributarios en CTel*. Obtenido de [https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion\\_transferencia/beneficios-tributarios](https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion_transferencia/beneficios-tributarios)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Grupos de investigación por región y área del conocimiento*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Información de la Oficina Asesora de Planeación*.

- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (15 de 03 de 2021). *La ciencia en cifras*. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/estadisticas-generales>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Manual de recomendaciones para la inclusión del enfoque de género en la política pública de CTI*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones. (12 de 2017). *Plan de CTI para la Manufactura Avanzada de Brasil* . Obtenido de [https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias\\_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI\\_WEB.pdf](https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI_WEB.pdf)
- Ministerio de Ciencia; Tecnología e Innovación. (2019). Documento Base para la Política de Formación y Vinculación de Investigadores a Nivel de Doctorado.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2020). *Estrategia de fortalecimiento de entidades del ecosistema de innovación empresarial*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Informe de gestión*. Obtenido de [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-385377\\_recurso\\_12.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-385377_recurso_12.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES)*. Obtenido de <https://snies.mineduacion.gov.co/portal/>
- Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Información Poblacional*. Obtenido de <https://hecaa.mineduacion.gov.co/consultaspublicas/content/poblacional/index.jsf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2020). *SNIES Información Poblacional*. Obtenido de <https://hecaa.mineduacion.gov.co/consultaspublicas/content/poblacional/index.jsf>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019). *CONPES de transformación digital promoverá la competitividad del país y la eficiencia del sector público*. Obtenido de Noticias: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/107147:CONPES-de-transformacion-digital-promovera-la-competitividad-del-pais-y-la-eficiencia-del-sector-publico>
- Ministerio del Interior. (2015). *El enfoque diferencial y étnico en la política pública de víctimas del conflicto armado*.
- Misión de Sabios. (2019). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 por la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación. Versión Preliminar*. Obtenido de [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/191205\\_informe\\_mision\\_de\\_sabios\\_2019\\_vpreliminar.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/191205_informe_mision_de_sabios_2019_vpreliminar.pdf)



- Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). *The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies*.
- Mundial, F. E. (2018). Readiness for the Future of Production Report 2018.
- National Science Foundation. (2018). *Science and Engineering Indicators 2018*. Obtenido de <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/report/sections/academic-research-and-development/outputs-of-s-e-research-publications#publication-output-by-country>
- Nelson, R. (1992). National Innovation Systems: A Retrospective on a Study. *Industrial and Corporate Change*, 1(2), 347-374.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Nesta. (2019). *Renewing regulation. 'Anticipatory regulation' in an age of disruption*. Obtenido de [https://media.nesta.org.uk/documents/Renewing\\_regulation\\_v3.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Renewing_regulation_v3.pdf)
- Nightingale, P. (2014). What is Technology? Six Definitions and two pathologies. *SPRU Working Paper*.
- NSF. (2018). *Science and Engineering Indicators 2018*. Obtenido de <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/report/sections/academic-research-and-development/outputs-of-s-e-research-publications#publication-output-by-country>
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2014). *Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2013*. Obtenido de <https://www.ocyt.org.co/>
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2018). *Indicadores de Ciencia y Tecnología 2018*. Bogotá: Ediciones Ántropos Ltda.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2020). *Medición e inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación en Colombia. 2017-2019*.
- Observatorio de Ciencia y Tecnología. (2019). *Informe Anual de Indicadores de Ciencia y Tecnología 2018*.
- Office for National Statistics. (2016). *Ethnic group, national identity and religion*. Obtenido de <https://www.ons.gov.uk/methodology/classificationsandstandards/measuringequality/ethnicgroupnationalidentityandreligion>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2021). *The Global Innovation Index 2021. Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*,.

- Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico. (2015). *Manual de Frascati*. Obtenido de [https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-frascati-2015\\_9789264310681-es#page9](https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-frascati-2015_9789264310681-es#page9)
- Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th Edition ed.). OCDE Publishing.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2018). *Going digital in a multilateral world*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2018). *Programme for International Student Assessment*. Obtenido de <https://www.oecd.org/pisa/data/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2019). *Going Digital in Colombia*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2021). *Gross domestic spending on R&D*. Obtenido de <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). *Government at a Glance*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2016). *Startup América Latina 2016: construyendo un futuro innovador*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2018). *Formal Opinion of the Committee for Scientific and Technological Policy*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). *Production Transformation Policy Review of Colombia*. Obtenido de <http://www.oecd.org/dev/production-transformation-policy-review-of-colombia-9789264312289-en.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Gross domestic spending on R&D*. Obtenido de <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>
- Organización para los Estados Iberoamericanos. (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social*.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13, 343-373.

- Perez, C. (Marzo de 2014). *A Green and Socially Equitable Direction for the ICT Paradigm*.  
Obtenido de  
[http://dev1.carlotaperez.org/downloads/pubs/PEREZ\\_Globelics\\_WP2014-01\\_FREEMAN\\_Lecture.pdf](http://dev1.carlotaperez.org/downloads/pubs/PEREZ_Globelics_WP2014-01_FREEMAN_Lecture.pdf)
- Pigato, M. (2020). *Technology Transfer and Innovation for Low-Carbon Development*. Washington, DC: World Bank Publications.
- Pigato, M., Black, S., Dussaux, D., Mao, Z., McKenna, M., Rafaty, R., & Touboul, S. (2020). *Technology Transfer and Innovation for Low-Carbon Development*. Washington, DC: World Bank Publications.
- Pritchett, L. (1997). Divergence, Big Time. *The Journal of Economic Perspectives*, 3-17.
- PTP. (2018). *Diez años de Desarrollo Productivo 2008-2018*.
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana. (2018).  
Obtenido de  
[http://app.redindices.org/ui/v3/comparative.html?indicator=PCTEGRADXSECGE&family=ESUP&start\\_year=2010&end\\_year=2017](http://app.redindices.org/ui/v3/comparative.html?indicator=PCTEGRADXSECGE&family=ESUP&start_year=2010&end_year=2017)
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana. (2020). *Expenditure on R&D per researcher (thousand U\$S)*. Obtenido de  
<http://www.ricyt.org/category/indicadores/>
- Rogers, J. (2013). *Technology extension services*.
- Rosenberg, N. (2006). Innovation and economic growth. En OCDE, *Innovation and Growth in Tourism* (págs. 43-52).
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation. *Research Policy*.
- Schmookler, J. (1972). *Patents, inventions and economic change and selected essays*. (Z. Griliches, & L. Hurwicz, Edits.) Harvard University Press.
- Schot, J., & Geels, F. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology, Analysis & Strategic Management*, 20(5), 537-554.
- Schot, J., & Steinmueller, W. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567.
- Schumpeter, J. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*.
- Schwab, K. (2018). *The Global Competitiveness Report*. World Economic Forum.

- Scimago. (2020). Obtenido de <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2018>
- Scimago. (2020). *Scimago Journal & Country Rank*. Obtenido de <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2019>
- Scimago. (2021). *Scimago Journal & Country Rank*. Obtenido de <https://www.scimagojr.com/countrysearch.php?country=CO>
- SCOPUS. (2021). Obtenido de <https://www.scopus.com/home.uri>
- Secretaría del Senado. (2012). *Ley 1530 de 2012*. Obtenido de Secretaría del Senado: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1530\\_2012.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1530_2012.html)
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (2019). *SNIES*. Obtenido de <https://www.mineduacion.gov.co/sistemasinfo/snies/>
- SITRA. (25 de Abril de 2020). *The future is a team work*. Obtenido de <https://www.sitra.fi/en/topics/facts-about-sitra/#what-is-it-about>
- Smith, E., Gunashekar, S., Lichten, C., Parks, S., & Chataway, J. (2016). *A framewrok to monitor open science trends in the EU*.
- SNIES. (Abril de 2021). *Consulta de Programas*. Obtenido de Sistema Nacional de Información para la Educación superior en Colombia: <https://hecaa.mineduacion.gov.co/consultaspublicas/programas>
- Soete, L. (2013). From emerging to submerging economies: new policy challenges for research and innovation. *Sci. Technol. Innov. Policy Rev.*, 1-13.
- Spin-Off Colombia. (2016). *Anexo 2. DEFINICIÓN DE SPIN-OFF Y TIPOS DE SPIN-OFF UNIVERSITARIAS EN COLOMBIA*.
- Steffen, W., Richardsonand, K., & Rockström, J. (2015). Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, 736-746.
- Subsecretaria de educación de Chile. (2020). *INFORMES PERSONAL ACADÉMICO*. Obtenido de <https://www.mifuturo.cl/informes-personal-academico/>
- Tarana. (2018). *Propuesta de configuración y asignación de roles y responsabilidades de las entidades del Gobierno nacional en materia de Innovación, Transferencia de Conocimiento y Tecnología (TCT) y Emprendimiento*.
- Teece, D. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49.
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management*, 18(7), 509-533.

- Telban, B. (1988). *Grupos Étnicos de Colombia Etnografía y Bibliografía*. Obtenido de <http://www.humanas.unal.edu.co/colantropos/files/5714/8052/6454/GRUPOS.pdf>
- UNAL. (2020). *Programa Especial para la Admisión de Bachilleres de Población Negra, Afrocolombiana, Palenquera y Raizal*. Obtenido de <https://admisiones.unal.edu.co/pregrado/poblacion-afrocolombiana/>
- UNAL. (2020). *Programa Especial para la Admisión de Bachilleres Miembros de Comunidades Indígenas*. Obtenido de <https://admisiones.unal.edu.co/pregrado/comunidades-indigenas/>
- Unesco. (2020). *Data For Sustainable Development*. Obtenido de <http://data.uis.unesco.org/>
- Unión Temporal VOZ. (2020). *Diseño de vehículo para inversión en CT+i en Colombia. Entregable Final v1.8*.
- Universidad de Antioquía. (2014). *Panorama salarial de las universidades oficiales*. Medellín.
- Universidad de los Andes. (2020). *Recomendaciones para la articulación de instancias a nivel regional - Sector Ciencia, Tecnología e Innovación*. Documento adicional solicitado por la Presidencia de la República dentro del Contrato de Prestación de Servicios Profesionales Independientes No. 050-2010 suscrito entre la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact) y la Uni.
- UniversityGuru. (2020). *Universidades en Colombia - rankings y comentarios*. Obtenido de <https://www.universityguru.com/es/universidades-colombia>
- Uribe-Tirado, A. (2016). *El Acceso Abierto en Colombia. Un camino por recorrer*.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1991). *The machine that change the world*.
- Zhao, R. (2019). Technology and economic growth: From Robert Solow to Paul. *Hum Behav & Emerg Tech*, 1, 62–65.