LIBRO VERDE 2030

POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

COLCIENCIAS
GOBIERNO DE COLOMBIA

LIBRO VERDE 2030

POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Adoptada mediante Resolución 0674
del 9 de julio de 2018

COLCIENCIAS
GOBIERNO DE COLOMBIA

Alejandro Olaya Dávila
Director General
Óscar Gualdrón González
Subdirector General
Eduardo Rojas Pineda
Director de Fomento a la Investigación
Julián Pontón Silva
Director de Desarrollo tecnológico e Innovación
Ulia Nadehzda Yemail Cortes
Directora de Mentalidad y Cultura de la CTeI

Equipo Libro Verde 2030
María Isabel Vélez Agudelo (Coordinación)
Diego Andrés Chavarro Bohórquez
Aleidys Hernández Tasco
Ángela Milena Niño Mendieta
Galo Edmundo Tovar Narváez
Iván Clemente Montenegro Trujillo

Edición de contenido
María Isabel Vélez Agudelo

Comunicaciones
Alba Liseth Torres López
Johana Galeano Hernández

ISBN (impreso): 978-958-8290-79-9
ISBN (digital): 978-958-8290-80-5

Diseño:
www.lacentraldediseno.com
Impresión:
Panamericana Formas e Impresos SA
Bogotá, julio de 2018
Impreso en Colombia - *Printed in Colombia*

Este documento está licenciado bajo Creative Commons. Atribución-No Comercial-No Derivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). La licencia está disponible en: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Contribuciones

Colciencias agradece a las personas e instituciones que realizaron aportes en los diferentes escenarios creados en el proceso de construcción de esta política durante los dos últimos años, incluyendo los 52 comentarios enviados a la versión preliminar. Sus reflexiones, cuestionamientos, aportes y propuestas han sido insumos fundamentales para su estructuración.

Consorcio de Política de Innovación Transformativa

Miembros fundadores

VINNOVA (Suecia)

TEKES (hoy Business Finland, Finlandia)

Consejo Nacional de Investigación de Noruega

Fundación Nacional de Investigación de Sudáfrica – NFR

SPRU – Universidad de Sussex

Colciencias

Asesores internacionales

Johan Schot, Director SPRU – Universidad de Sussex

Matías Ramírez, Senior Lecturer SPRU – Universidad de Sussex

Jordi Molas Galat, Research Professor, Ingenio (CSIC-UPV)

Alejandra Boni, Vicedirectora, Ingenio (CSIC-UPV)

Ismael Rafols, Science and Technology Policy Analyst, Ingenio (CSIC-UPV)

Claudia Obando Rodríguez, SPRU – Universidad de Sussex

Entrevistas a profundidad

Mónica Salazar Acosta
Especialista líder del BID

José Antonio Ocampo Gaviria
Codirector del Banco de la República

Nicolás Cock Duque
Director de Ecoflora Agro

Cristina Gamboa
Directora ejecutiva del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS)

Paula Caballero
Directora global del Programa Climático World Resources Institute

Sandra Liliana Luna Delgado
Coordinadora de la Ruta Pacífica Mujeres por la Paz

Brigitte Baptiste
Directora general del Instituto Alexander von Humboldt

Daniel Mitchell Restrepo
Presidente ejecutivo de Acoplásticos

Hernando Gómez Buendía
Director de la revista digital *Razón pública*

Panelistas en los Conversatorios ODS

Alberto Jaramillo
Gerente de Industrias Kahai

Alfredo Bateman
Profesor universitario, asesor de ONU-Hábitat

Andrés Franco
Investigador de la Universidad Jorge Tadeo Lozano

Ángela Cadena
Investigadora de la Universidad de los Andes

Apolinar Figueroa
Investigador de la Universidad del Cauca, Red Ricclisa

Camilo Borrero
Coordinador del Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones para la Paz

Capitán Francisco Arias
Director del Instituto de Investigaciones Marinas – Invemar

César Ferrari
Investigador de la Universidad Javeriana

Daniel Mitchell Restrepo
Presidente ejecutivo de Acoplásticos

Dolly Cristina Palacios
Investigadora y profesora de la Universidad Externado de Colombia

Edgar González
Investigador y profesor de la Universidad Javeriana

Edgar Revéiz
Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Económicas

Eduardo Aldana
Director del Instituto Innovar – Tolima

Fernando Colmenares
Investigador de la Universidad Cooperativa de Colombia

Fernando Viviescas
Arquitecto urbanista, profesor y consultor en temas urbanos

Francisco de Roux
Director del Programa Desarrollo y Paz del Magdalena Medio

Gabriel Carrasquilla
Miembro de la Academia Nacional de Medicina

Hernando García
Subdirector de investigaciones del Instituto Alexander von Humboltd

Horacio Torres
Asociación Colombiana de Ingenieros – ACIEM

Irma Baquero
Investigadora y profesora de la Escuela Colombiana de Ingeniería

Jaime Castellanos
Investigador y profesor de la Universidad El Bosque

Jenny Lieu
Investigadora de la Universidad de Sussex

Jorge Cabrera
Miembro de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos

Jorge Villalobos
Investigador de la Universidad de los Andes

Martha Josefina Vives
Investigadora y profesora de la Universidad de los Andes

Miguel Ayarza
Investigador de AGROSAVIA

Néstor Alejandro Gómez Guerrero
Subdirector (e) del IDEAM

Ricardo Lozano
Director ejecutivo del Institute People and Earth

Rodrigo Jiménez
Investigador de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Saulo Molina
Investigador y profesor de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud

Talleres de discusión - Principios Libro Verde 2030

Juan José Plata
Universidad Minuto de Dios

Xavier Durán
Universidad de los Andes

Jorge Medrano
AGROSAVIA

Marta M. Bolaños
Departamento de Productividad Sostenible, AGROSAVIA

Silvia Rey
Consejo Colombiano de Producción Sostenible – CCCS

Olga Lucía Cadena
Universidad del Cauca

Alexander Gómez
Universidad Nacional de Colombia

Javier Hernando García Estévez
Universidad de los Andes

Óscar Yandy Romero Goyeneche
Universidad de Sussex – SPRU

Alejandro Gómez Cubillos
Departamento Nacional de Planeación

Jimmy Saravia Arenas
Gestión de Innovación de Cotecmar

Luz Andrea Baquero Cruz
Escuela Policía Nacional

Deissy Motta Castaño
Policía Nacional

Hernán Pérez Molano
Universidad Nacional de Colombia

Eliana María Villa Enciso
Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM

Claudia Álvarez
Universidad EAFIT

Andrea Carolina Navas Calixto
Universidad del Valle

María Alejandra Martínez Polanco
Universidad del Valle

Edwin Giovanni Rodríguez
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Sandra Galán Rodríguez
Fundación Natura

Rodrigo José Miranda
Universidad Simón Bolívar – USB

José Luis Ramos Camargo
Universidad Simón Bolívar – USB

Carlos Alberto Vargas Jiménez
Universidad Nacional de Colombia

Roberto González Campos
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Juan Manuel García
Observatorio Colombiano de CTeI – OCyT

Clara Jiménez
Observatorio Colombiano de CTeI – OCyT

Red de Mentorías Regionales

Edurne Magro
Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad

Diana Velasco
Universidad de Ibagué

Eliana María Villa
Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM

Dayani Rojas
Universidad de Ibagué

Claudia Álvarez
Universidad EAFIT

Andrea Navas
Universidad del Valle

Paola Amar
Universidad Simón Bolívar

Elisa Arond
Universidad de los Andes

Fernando Chaparro
Universidad Nacional de Colombia

Kennicher Arias
Universidad Nacional de Colombia

Liliana Pinzón
Universidad de Sussex

Rodrigo José Miranda
Universidad Simón Bolívar

José Luis Ramos
Universidad Simón Bolívar

Juan Manuel García
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Clara Carolina Jiménez
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Luis Jaime Osorio
Gobernación de Antioquia

Jhonjali García Mosquera
Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM

Alejandro Uribe
Universidad de Antioquia

Karen Cristina Hormecheas
Universidad Nacional de Colombia

Jorge Robledo
Universidad Nacional de Colombia

Cecilia Murcia
Universidad EAFIT

Geovanny Perdomo
Fundación Universitaria CEIPA

Sebastian Santisteban
Fundación Universitaria CEIPA

Luciano Gallon
Universidad Pontificia Bolivariana

Gabriel Cataño
Universidad Pontificia Bolivariana

Ana Lucía Pérez
Universidad de Antioquia

Haiber Gustavo Agudelo
Universidad de San Buenaventura, Cali

José Santiago Arroyo Mina
Universidad Santiago de Cali

Henry Caicedo
Universidad del Valle

Julio César Zuluaga
Pontificia Universidad Javeriana, Cali

Mariluz Montoya
Universidad del Valle

Luisa Prado
Universidad ICESI, Cali

Omaira Calvo
Universidad del Cauca

Álvaro Rendón
Universidad del Cauca

Adolfo Plazas
Universidad del Cauca

Magda Sotelo
Universidad del Cauca

Julio César Contreras
Universidad Simón Bolívar, sede Cúcuta

Valmore Bermúdez
Universidad Simón Bolívar, sede Cúcuta

Adriana García
Gobernación de Norte de Santander

Talleres sobre política transformativa

Delegados de los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI)

Carlos Alberto Molina
Antioquia

Juan Francisco Fernández Villa
Antioquia

Enrique Vera
Boyacá

Luis Hair Dueñas G.
Boyacá

Luisa Fernanda Torres Duque
Caquetá

Oriol Jiménez Silva
Casanare

Luz Teresa Ayala Castiblanco
Casanare

Juan Manuel Duque Vidal
Cauca

Magda Patricia Sotelo
Cauca

Julio C. Halaby Guerrero
Chocó

Haclem Ibarguen M.
Chocó

Camilo Andrés Mejía
Córdoba

Alba Alarcón Parra
Cundinamarca

Sandra Liliana Ruiz
Cundinamarca

Ezequiel Barragán López
Guaviare

Iván Ricardo Suárez
Meta

Geovany Carvajal
Nariño

Silvia Amaguaña B.
Nariño

Adrián Cardona Alzate
Risaralda

Daniel Rueda
Risaralda

Jesús Saldarriaga Gaviria
Risaralda

Rosibel Roa Mesino
San Andrés

Javier Orlando Ardila Peña
Santander

Juliana Niño Vargas
Santander

Bladimir Gómez
Sucre

Alisson Galindo
Tolima

Sonia Liliana Cruz
Vaupés

Luisa Fernanda Santos Vargas
Vichada

****

Astrid Jaime
Consultora Suricato

Constanza Beatriz Pérez
Universidad El Bosque

Alejandro Balanzó
Universidad Externado de Colombia

Alejandro Graciano
Universidad Nacional de Colombia

Diego Zuluaga
Consultor INNCOMP

Elisa Arond
Universidad de Clarck

Kennicher Arias
Universidad Nacional de Colombia

Clara Jiménez
OCyT

José Santiago Arroyo
Asesor de la Alcaldía de Cali

Gustavo Agudelo
Universidad San Buenaventura, Cali – RUPIV

María Elisa Gómez Rodríguez
Instituto Tecnológico Metropolitano

Alejandra Cuadros
Universidad Pontificia Bolivariana

María Luisa Villalba
Universidad Nacional de Colombia

Geovanny Perdomo
CEIPA

Marleny Yepes
Universidad Nacional de Colombia

Sandra Cecilia Guerra
Asesora de Colciencias

COLCIENCIAS

María Carmela Julio Giraldo
Jefe de la Oficina de Internacionalización

Ulia Nadehzda Yemail Cortés
Directora de Mentalidad y Cultura

Felipe García Cardona
Líder de Colombia BIO

Manuel Moscote
Jefe de la Oficina de Regionalización

Ricardo Andrés Triana González
Líder de Apropiación Social de la Ciencia

Claudia Patricia Tinjacá Espinel
Gestora del Programa Nacional de Biotecnología

Claudia Liliana Castro Vargas
Asesora de Fomento a la Investigación

María Camila Flores Poveda
Asesora de la Subdirección General

Diana Regina Rúa
Asesora de la Dirección de Mentalidad y Cultura

Sandra Lucía Lozano
Gestora del Programa Ecosistema Científico

Sol Beatriz Martínez
Coordinadora de CODECTI

Yesid Ojeda
Gestor del Programa Nacional Energía y Minería

Edison Suárez
Gestor del Programa Nacional
Ciencias Agropecuarias

Ingrid Rueda
Gestora del Programa Nacional Ciencias
Humanas, Sociales y Educación

Renzo García
Gestor del Programa Nacional TIC

María Isabel Loaiza
Asesora de la Oficina de Internacionalización

Fabiola Espejo
Asesora

Paula Judith Rojas
Asesora

Carlos Hernández
Asesor de la Oficina de Internacionalización

Contenido

Siglas y abreviaturas

Presentación

1/ El enfoque transformativo en la política de ciencia e innovación

1.1 Los ODS exigen transformaciones 19
1.2 La política de ciencia e innovación como medio para la transformación 20
1.3 La política de ciencia e innovación necesita evolucionar 20
1.4 La transformación exige cambios a nivel de los sistemas sociotécnicos 23

2/ Los ODS como el ámbito para las transformaciones

2.1 Los ODS como agenda de política 27
2.2 Ciudadanía y ODS 29
2.3 Investigación y ODS 31
2.4 Ciudadanía, investigación y ODS 35
2.5 Tecnologías de frontera y ODS 36
2.6 Relaciones entre ODS y cambio sociotécnico 38

3/ Objetivo y principios de la política de ciencia e innovación transformativa

3.1 Direccionalidad 42
3.2 Participación 42
3.3 Aprendizaje y experimentación 42
3.4 Interdisciplinariedad 43
3.5 Anticipación de resultados y efectos 43

4/ Lineamientos de política para un enfoque transformativo

4.1 Orientaciones para la implementación del *Libro Verde 2030* *45*
4.2 Acciones de política 51
4.3 Orientaciones para la financiación de la ciencia y la innovación 56
4.4 Orientaciones para la evaluación del *Libro Verde 2030* *56*

Referencias

Siglas y abreviaturas

ACTI	Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación
CODECTI	Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CTeI	Ciencia, Tecnología e Innovación
DNP	Departamento Nacional de Planeación
I + D	Investigación y desarrollo
I + D + i	Investigación, desarrollo e innovación
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAED	Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales en CTeI
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SPRU	Science Policy Research Unit
TIPC	Consorcio de Política de Innovación Transformativa

Presentación

El *Libro Verde 2030* que Colciencias presenta al país constituye un primer paso para la renovación de la política nacional de ciencia e innovación, desarrollando su nivel estratégico mediante la definición de unas bases conceptuales, principios y rutas para la acción pública, así como interacciones entre los diversos actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).

Esta política se desarrolla alrededor de lo que hemos denominado «enfoque transformativo», cuyo propósito central es contribuir en la solución de los grandes desafíos sociales, económicos y ambientales que enfrenta nuestro país y que se consideran expresados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas[1] adoptada por el país como una hoja de ruta para el desarrollo sostenible en el mediano y largo plazo[2]. Para ello, este enfoque busca facilitar la transformación de los actuales sistemas sociotécnicos haciéndolos más sostenibles.

Para adquirir este enfoque transformativo será necesario orientar el potencial de la ciencia y la innovación hacia los cambios necesarios y deseables que contribuyan a resolver esos grandes desafíos, así como propiciar la vinculación activa y el diálogo entre diversos actores, disciplinas y saberes, para entenderlos y avanzar en su solución. El camino hacia el cambio y la transformación exige, además, explorar múltiples formas de trabajo y alternativas de solución, razón por la cual la política transformativa abre espacio a la experimentación y el aprendizaje como soportes válidos para la toma de decisiones a partir del análisis y comprensión, no solo de resultados sino también de procesos.

Considerando que la búsqueda de soluciones a los grandes problemas sociales, económicos y ambientales del país exceden el alcance sectorial y constituyen por igual un desafío para el Gobierno nacional, los gobiernos regionales y locales, así como para el sector productivo, la academia y la sociedad civil, la adopción de un enfoque transformativo constituye un camino posible para el trabajo interinstitucional, multinivel y multiactor, para avanzar hacia la transformación.

Para la implementación del *Libro vede 2030*, la política avanzará en tres frentes: i) promoviendo la adopción del enfoque transformativo

1 Disponible en: http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70dl_es.pdf

2 CONPES 3918 de 2018.

en el SNCTI y otros sistemas afines, ii) orientando la ciencia y la innovación nacional y, iii) apoyando la adaptación del enfoque transformativo para el logro de los ODS a nivel territorial. De manera transversal promoverá la incorporación de cinco principios o ideas fundamentales para inspirar la acción: direccionalidad, participación, aprendizaje y experimentación, interdisciplinariedad y anticipación de resultados y efectos.

El *Libro Verde 2030* es resultado de un proceso iniciado hace cerca de dos años, cuando creamos en compañía de la Science Policy Research Unit (SPRU) y de las agencias de ciencia e innovación de Suecia, Noruega, Finlandia y Sudáfrica, el Consorcio Internacional de Política de Innovación Transformativa, donde analizamos nuevas posibilidades para orientar la política pública de ciencia e innovación, de manera que respondiera mejor a los grandes desafíos globales y nacionales. Este trabajo se convirtió en el punto de partida para iniciar a nivel nacional y regional una serie de conversaciones y reflexiones (entrevistas, conversatorios, talleres) sobre cómo orientar nuestra política de ciencia e innovación hacia un enfoque transformativo, en las cuales participaron cerca de 1500 personas.

Adicionalmente creamos una red de mentorías con académicos en ocho departamentos, con quienes exploramos las ideas de la política transformativa y su aplicación en nuestro contexto. Asimismo, escuchamos la voz de cerca de 500 000 ciudadanos, quienes expresaron sus mayores preocupaciones en relación con los ODS, propuestos como el ámbito para lograr las transformaciones. Este ejercicio se convirtió en la mayor consulta ciudadana realizada hasta ahora en el país para informar el diseño de una política pública. De manera complementaria, un estudio de las capacidades científicas y tecnológicas nacionales permitió identificar cuáles han sido los intereses de los investigadores nacionales durante la última década en relación con los ODS. Con base en la interpretación y análisis de todos estos insumos, se dio forma a la nueva política nacional consignada en este documento.

Es claro que reinterpretar el sentido de la ciencia y la innovación para el desarrollo de nuestro país, así como repensar los instrumentos, las formas de trabajo y la manera de relacionarnos con los distintos sectores y grupos de interés alrededor de grandes propósitos comunes es una tarea de mediano y largo plazo, que requerirá continuar la reflexión para la consolidación del enfoque transformativo en el que se centra esta política. Estamos convencidos, sin embargo, de que los elementos aquí desarrollados muestran un camino para avanzar en este sentido. Así pues, hacemos una invitación a todos los actores del SNCTI a encontrar sus espacios y oportunidades dentro de este nuevo enfoque.

Alejandro Olaya Dávila

Director General

1/

El enfoque transformativo en la política de ciencia e innovación[3]

Hace ya 28 años que la Ley 29 de 1990[4] destacó la necesidad de incorporar la ciencia y la tecnología en las políticas de desarrollo económico y social, cuando el país iniciaba su proceso de apertura económica. Cuatro años después, la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo propuso «una nueva visión del mundo liderada por los avances de la ciencia y la tecnología», para lograr «el país próspero y justo que soñamos»[5]. Otros esfuerzos posteriores incluyeron la política de fomento a la ciencia y la innovación «Colombia construye y siembra futuro» de 2008, que apuntaba a convertirse en una herramienta esencial para el aumento de la productividad y la competitividad, así como para el logro de los objetivos de la política social, estos últimos vinculados a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), adoptados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 2000. Luego, la Ley 1286 de 2009[6] estableció como propósito de la política de Estado en CTeI incrementar la capacidad científica, tecnológica y de innovación, no solo para dar valor agregado a los productos y servicios nacionales, sino también para «elevar el bienestar de la población en todas sus dimensiones» (art. 3). Más recientemente, el CONPES 3582 de 2009 se refirió al conocimiento como un instrumento para la generación de riqueza, ingreso, equidad y bienestar social (DNP, 2009).

Lo anterior demuestra cómo la necesidad de vincular propósitos económicos y sociales ha sido explícita en la visión de la política de ciencia e innovación[7] colombiana. Y no es para menos, dada la gran complejidad y diversidad de nuestro territorio, así como la dimensión de los retos que enfrentamos para tener una sociedad más equitativa y próspera.

La necesidad de vincular propósitos económicos y sociales ha sido explícita en la visión de la política de ciencia e innovación colombiana.

3 Este capítulo recibió contribuciones especiales de Johan Schot y Matías Ramírez de la Science Policy Research Unit, de la Universidad de Sussex, así como de Sandra Boni y Jordi Molas del Instituto Ingenio.

4 Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias.

5 Ministerio de Educación Nacional, 1994. *Colombia al filo de la oportunidad*. Recomendaciones de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo.

6 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.

7 Las expresiones «política de ciencia e innovación» o «política de innovación» deben entenderse en este documento como referencia a políticas de ciencia, tecnología e innovación.

En los últimos años estos retos se han hecho aún mayores. Gobiernos, ciudadanos, investigadores y un número creciente de empresas enfrentan la necesidad de buscar un crecimiento que sea sostenible en términos no solo económicos y sociales sino también ambientales. Una de las expresiones más relevantes de esta preocupación la constituye la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la Asamblea General de la ONU en 2015. Con 17 objetivos y 169 metas, esta Agenda representa los deseos, aspiraciones y prioridades de la comunidad internacional para los próximos años. Colombia, como Estado miembro de esta Organización, reconoce en esa Agenda una hoja de ruta para el desarrollo sostenible del país en el mediano y largo plazo[8].

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que componen la Agenda 2030, a diferencia de los anteriores ODM, no solo otorgan la misma importancia a las dimensiones económica, social y ambiental, sino que van más allá al declarar su propósito de «no dejar a nadie atrás», poniendo la igualdad y dignidad de las personas en el centro de la discusión e invitando a cambiar nuestra forma de desarrollo por una más responsable con el medio ambiente[9]. Para Colombia esto resulta especialmente importante, dadas las marcadas diferencias en el desarrollo de sus regiones y la riqueza natural de su territorio.

Después de haber liderado la concertación de esta Agenda global, el país ha dado pasos decididos para su implementación. El primero fue la creación de la Comisión Interinstitucional de Alto Nivel para el Alistamiento y Efectiva Implementación de los ODS (Decreto 280 de 2015), a la cual Colciencias se ha integrado recientemente[10]. El paso más reciente fue la aprobación del CONPES 3918 de 2018, donde se definen indicadores y metas específicas para el país, las pautas para el diálogo con actores no gubernamentales y los recursos necesarios para alcanzar los Objetivos. Este CONPES destaca también la importancia de la participación de diversos actores, haciendo evidente el reto que implica la coordinación del trabajo intersectorial e interregional (DNP, 2018).

Para continuar en esta línea de avance es necesario ahora desarrollar una perspectiva que permita comprender y abordar la Agenda 2030 en su conjunto y que logre convocar a los diferentes sectores de la sociedad colombiana, dándole un sentido mayor al logro de objetivos y metas puntuales. Esa es precisamente la dirección en la que apunta el *Libro Verde 2030*.

Uno de los aspectos menos explorados de la Agenda 2030 hasta ahora ha sido la contribución que harán la ciencia, la tecnología y la innovación en su implementación, cuestión fundamental para la política pública de ciencia e innovación, en la medida en que es necesario entender que hacer las cosas de la misma manera no será suficiente. Por esta razón, Colciencias ha decidido abrazar este reto como una gran oportunidad para construir nuevas bases para la política de ciencia e innovación en Colombia, que permitan el abordaje de grandes desafíos sociales, económicos y ambientales. Avanzar en esta dirección exige, no obstante, apertura y disposición para explorar nuevos principios e ideas como los planteados en este *Libro Verde 2030*.

El camino para esta política comenzó a abrirse en el año 2016, cuando Colciencias emprendió una búsqueda para el desarrollo de nuevas formas de pensar la política de CTeI al lado de la reconocida Science Research Policy Unit (SPRU), de la Universidad de Sussex, y las agencias pares de Suecia (VINNOVA), Finlandia (antes TEKES, hoy Business Finland), Noruega (Consejo de Investigaciones) y Sudáfrica (Fundación Nacional de Investigación), con las cuales fundó el Consorcio

Colciencias ha asumido el reto de construir unas nuevas bases para la política de CTeI en Colombia, que permitan el abordaje de grandes desafíos sociales, económicos y ambientales.

8 Ver: DNP y DANE, (s. f.). *La Agenda 2030 en Colombia*. Disponible en: https://www.ods.gov.co/about

9 CEPAL, 2016, p. 7

10 Hacen parte de esta Comisión Interinstitucional de Alto Nivel la Presidencia de la República, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio del Medio Ambiente, el Departamento Nacional de Planeación, el Departamento Nacional de Estadística, Prosperidad Social, la Agencia de Cooperación Internacional y Colciencias.

de Política de Innovación Transformativa (TIPC, por sus siglas en inglés)[11].

Hoy, con base en las reflexiones, aprendizajes y experiencias que se han derivado de la activa participación en este Consorcio, los cuales han sido discutidos y adaptados en diversos espacios (entrevistas, conversatorios, talleres, consultas, mentorías) y con diferentes actores a nivel nacional (Gobierno, sociedad civil, academia, empresarios, organismos internacionales), se presenta al país una nueva política que, a través de un enfoque transformativo, tiene el objetivo de orientar la ciencia e innovación para que contribuyan en la solución de los grandes desafíos expresados en la Agenda 2030. Aquí, por enfoque transformativo se entiende aquel que estimula cambios de largo plazo en los sistemas sociotécnicos actuales para hacerlos más sostenibles. Por su parte, los sistemas sociotécnicos se refieren a la configuración de elementos sociales y técnicos que interactúan, evolucionan y se refuerzan conjuntamente, determinando la orientación y comportamiento de formas de producción, de uso y de consumo.

Este nuevo enfoque de la política viene a complementar los más tradicionales que han estado presentes en el país y que han sido fundamentales para construir una base de conocimiento, para la modernización tecnológica y para el fortalecimiento de la capacidad productiva, pero que no han contemplado de forma explícita el desarrollo sostenible y la participación abierta de todos los sectores de la sociedad dentro de sus ideas fundadoras, como sí lo hace el enfoque transformativo. De esta manera, el conjunto de mecanismos, iniciativas e instrumentos desarrollados para fomentar el avance de la ciencia y la innovación en el país continuarán consolidando las bases institucionales de gobernanza y conocimiento científico, al mismo tiempo que nuevas iniciativas e instrumentos deberán diseñarse para avanzar hacia cambios técnicos y sociales que conduzcan al desarrollo sostenible.

11 Ver: www.transformative-innovation-policy.net.

La justificación y orientación de este *Libro Verde* se estructura alrededor de cuatro ideas fundamentales que se desarrollan a continuación. La primera es que la solución de los problemas sociales, económicos y ambientales planteados en los ODS exige transformaciones, tanto en la comprensión de los problemas como en el abordaje de sus posibles soluciones. La segunda es que la política de CTeI es fundamental para lograr esas transformaciones, razón por la cual esa misma política necesita evolucionar, es decir, adquirir nuevos propósitos, formas y participaciones, lo que constituye nuestra tercera idea fundamental. Finalmente, la cuarta idea es que la transformación exige cambios a nivel de sistemas sociotécnicos.

1.1 Los ODS exigen transformaciones

Además de representar las aspiraciones de la comunidad internacional, la Agenda 2030 convoca desde su título a una transformación de la sociedad: «Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible». En este sentido, avanzar hacia una trayectoria sostenible del desarrollo exige, entre otras, transformaciones en la forma como usamos los recursos naturales, generamos y usamos la energía, producimos y distribuimos los alimentos, organizamos los medios de transporte y logramos procesos de producción competitivos con bajas emisiones de carbono, entre otros (European Commission, 2015). En otras palabras, exige «cambios fundamentales en la forma como vivimos, trabajamos y hacemos negocios» (Naciones Unidas, 2015). Por esta razón, la incorporación de los ODS en la política y su implementación en la práctica son un reto alrededor del mundo.

Con base en la experiencia previa con los ODM, la principal estrategia que se ha puesto en marcha ha sido la incorporación de los ODS en las estructuras, los programas e indicadores

Se presenta al país una nueva política que, a través de un enfoque transformativo, tiene el objetivo de orientar la ciencia e innovación para que contribuyan en la solución de los grandes desafíos expresados en la Agenda 2030.

Sin duda, establecer metas y definir indicadores es un aspecto fundamental, pero centrarse en ello puede desviar la atención de los verdaderos propósitos, en particular los de la transformación y el desarrollo sostenible.

existentes. Sin duda, establecer metas y definir indicadores es un aspecto fundamental, pero centrarse en ello puede desviar la atención de los verdaderos propósitos, en particular los relacionados con la transformación[12] y el desarrollo sostenible. En ese sentido, resulta mucho más útil establecer un gran propósito, unas metas interconectadas y una visión coherente del tipo de desarrollo planteado por los ODS en su conjunto (International Council for Science e International Social Science Council, 2015). La política aquí propuesta se orienta en esa dirección, teniendo como base el concepto de transformación.

1.2 La política de ciencia e innovación como medio para la transformación

En este *Libro Verde 2030* proponemos una política de ciencia e innovación con un enfoque transformativo (en adelante llamada política transformativa), como un avance necesario para superar dificultades y vacíos que se presentan en las políticas que se orientan a resolver fallas específicas (de mercado o de sistema). Este enfoque, al reconocer la complejidad y las interconexiones que subyacen tras los problemas expresados en los ODS, se centra en promover procesos de cambio tanto técnico como social, para dar forma a los resultados esperados de desarrollo sostenible.

En primer lugar, la política transformativa destaca que la ciencia, la tecnología y la innovación son elementos transversales para la implementación de la Agenda 2030, que van más allá del objetivo 9 «Industria, innovación e infraestructura», donde se mencionan de forma explícita. Generar energías limpias y asequibles, abordar el cambio climático o mejorar la salud de la población, por ejemplo, requiere contribuciones decididas de la CTeI para desencadenar procesos de transformación en dichos ámbitos.

En segundo lugar, esta política propone repensar la relación entre la CTeI y los objetivos económicos, sociales y ambientales. Tradicionalmente, el interés de los académicos y responsables de la política se ha centrado en la ciencia, la tecnología y la innovación como motores de crecimiento económico, siendo este la gran finalidad. De hecho, a pesar del surgimiento de perspectivas como la innovación social o innovación inclusiva, la lógica económica tiende a ser predominante. La política transformativa, por su parte, se apoya en el creciente reconocimiento de objetivos ambientales y sociales como impulsores estratégicos del crecimiento y la competitividad a largo plazo[13] y no solo como condiciones marco para lograrlos. De esta manera, la ciencia y la innovación deben ser un motor del desarrollo social y ambiental, así como del económico.

En tercer lugar, la política transformativa busca abrir espacios para una participación activa de la sociedad civil, en la búsqueda y construcción de soluciones a los problemas que la afectan, admitiendo que dichas soluciones pueden tener diversos orígenes y ser desarrolladas en cooperación con el sector productivo y académico.

1.3 La política de ciencia e innovación necesita evolucionar

Si la CTeI puede entenderse como un factor de éxito para resolver problemas o desafíos como los planteados en la Agenda 2030, algunas de las preguntas que surgen son: ¿hasta qué punto la política de CTeI actual es adecuada para eso? ¿Puede esta abordar todos los ODS e impulsar la transformación? El planteamiento es que, tal y como es concebida dicha política en la actualidad,

12 Esta limitación de los ODM es discutida por Fukuda-Parr, Sakiko; Yamin, Alicia y Greenstein, Joshua, 2014.

13 Ver: Lundin, Nannan y Schwaag, Sylvia, 2017.

su alcance es limitado y por lo tanto es necesario dar nuevos pasos que incluyen, entre otros, un replanteamiento de sus propósitos, de los actores que participan en su definición e implementación, de los instrumentos y mecanismos que utiliza, de sus objetivos y formas de evaluación. Así lo sugiere el proceso de evolución de la política de CTeI a lo largo del tiempo, cuya orientación y propósitos han cambiado para dar respuesta a las necesidades y prioridades de diferentes momentos históricos.

En términos generales, la política de CTeI se ha construido alrededor de tres marcos principales: i) el enfoque lineal de investigación y desarrollo (I + D), llamado Marco 1, ii) el del sistema nacional de innovación, llamado Marco 2 y, iii) el del cambio transformativo, denominado Marco 3[14]. Mientras los dos primeros están bien establecidos, el último es relativamente nuevo y está en proceso de consolidación. A continuación se abordan de manera breve cada uno de ellos.

1.3.1 La I + D y el sistema nacional de innovación en la política de CTeI (Marcos 1 y 2)

El Marco 1 surgió en la década de 1950, en el periodo de posguerra, en medio del entusiasmo por una participación mayor del Estado en la realización de investigaciones, y su auge se extendió hasta comienzos de la década de 1980. Se centró en superar las fallas de mercado resultantes de la baja inversión empresarial en I + D[15]. Así, el objetivo de la política era proveer incentivos para que el mercado produjera niveles de conocimiento científico (I + D) deseados en el ámbito social y económico o que el Gobierno invirtiera en instalaciones públicas, incluidas universidades, y en infraestructura de investigación. En este contexto la política era principalmente de ciencia y tecnología y dejaba la innovación al mercado. Este marco se ha implementado, en especial, mediante la oferta de incentivos de I + D (subvenciones, beneficios tributarios, etc.) y la puesta en marcha de un régimen de derechos de propiedad intelectual para permitir rentabilizar las inversiones privadas en I + D.

En la década de 1980 las políticas comenzaron a evolucionar. Un segundo marco surgió, ante la creciente competencia entre países y la profundización de las diferencias en el desarrollo industrial, con el propósito de hacer un mejor uso del conocimiento científico, apoyar su comercialización y cerrar la brecha entre la ciencia, el desarrollo tecnológico y su aplicación comercial o innovación. Este marco enfatiza en varias formas de aprendizaje, en los vínculos entre diferentes actores, en la capacidad de absorción de tecnologías, en las habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, en la generación de capacidades empresariales y en el emprendimiento. La razón para la intervención pública son las fallas del sistema; es decir, la incapacidad de los actores de aprovechar al máximo los conocimientos disponibles, debido a la falta o el mal funcionamiento de condiciones marco y de las relaciones entre los principales actores en el sistema de innovación (empresas, Gobiernos y universidades). La política de innovación comenzó a enfocarse en la creación de sistemas de innovación nacionales, regionales y sectoriales, a estimular el espíritu empresarial y la promoción de alianzas público-privadas.

Ciertamente, estos dos marcos han influenciado la política de ciencia e innovación en Colombia. En ellos se ha fundamentado el apoyo a las universidades y a los grupos de investigación, así como el desarrollo de una infraestructura para la generación de conocimiento y la formación de recursos humanos para la CTeI. Específicamente, desde la década de 1990 ha habido un énfasis creciente en la innovación y el emprendimiento, como consecuencia de la adopción del pensamiento del sistema nacional de innovación, como lo demuestra la creación del Sistema Nacional de Ciencia y

Los marcos 1 y 2 han influenciado la política de ciencia e innovación en Colombia. En ellos se ha fundamentado el apoyo a las universidades y a los grupos de investigación, así como el desarrollo de una infraestructura para la generación de conocimiento y la formación de recursos humanos para la CTeI.

14 Estos tres marcos proponen una síntesis general de los fundamentos y características que han determinado de manera general el diseño de políticas de CTeI alrededor del mundo, incluyendo Colombia. Ver: Schot & Steinmueller (2018).

15 El supuesto es que las empresas no invierten pues los rendimientos se obtienen solo a largo plazo y son demasiado arriesgados.

Los avances del marco 3 para la configuración de políticas cobran más sentido en el contexto colombiano cuando se consideran las grandes desigualdades en el desarrollo regional y la concentración de las capacidades científicas y de innovación.

Tecnología en 1991, que se complementó en 1995 con el Sistema Nacional de Innovación y que más tarde, en 2009, se convirtió en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).

1.3.2 El cambio transformativo (Marco 3)

El marco de política más reciente, el del cambio transformativo o Marco 3, comenzó a aparecer durante la primera década del siglo XXI. Su punto de partida fue el argumento de que, si bien los dos marcos anteriores han sido de vital importancia para: i) construir una base de conocimiento, ii) para la modernización tecnológica y, iii) para el fortalecimiento de la capacidad productiva, estos no contemplan en sus fundamentos el desarrollo sostenible. Fue así como iniciativas de política enfocadas en la innovación ambiental y socialmente sostenible tomaron fuerza, por ejemplo, el fomento al desarrollo de tecnologías limpias, de innovaciones inclusivas y de innovación social. De esta manera, la política comenzó a ampliar su comprensión de la CTeI, incluyendo a la sociedad civil y a los ciudadanos, no solo como consumidores de conocimiento e innovaciones, sino también como promotores y generadores de los mismos para abordar las necesidades sociales y ambientales. La política de CTeI también comenzó a incluir nuevas formas de innovación centradas en cambios sociotécnicos, nuevos modelos de negocio y nuevos acuerdos de colaboración entre actores, con beneficios ambientales y sociales que van más allá de las tradicionales alianzas público-privadas.

De acuerdo con lo anterior, las tendencias mundiales más recientes han llevado a encaminar los propósitos de la política hacia el desarrollo sostenible. Para ello ha creado mecanismos que apuntan a la solución de problemas y que buscan extender los beneficios de la CTeI a toda la sociedad, ha redefinido los roles y relaciones entre los actores sociales y ha encontrado un nuevo ámbito de acción (el sistema sociotécnico), entre otros.

Algunas características de este Marco 3 son evidentes también en Colombia. Por ejemplo, desde 2010, Colciencias comenzó a incursionar en políticas orientadas a la innovación social y a la apropiación social de la ciencia, en el marco de la Estrategia Nacional de Apropiación Social de la CTeI[16], cuyo objetivo principal fue la inclusión de las comunidades y la sociedad civil en las dinámicas de producción y uso del conocimiento (Colciencias, 2010). Varios instrumentos y programas en los años siguientes se han caracterizado por contar con un enfoque de innovación social, donde la tecnología y el conocimiento se perciben como herramientas para el desarrollo y la transformación social.

Los avances de este marco para la configuración de políticas cobran aún más sentido en el contexto colombiano cuando se consideran las grandes desigualdades en el desarrollo regional[17] y la concentración de las capacidades científicas y de innovación. De hecho, la reducción de esas diferencias fue una de las principales motivaciones para la creación de un fondo de CTeI en el marco del nuevo Sistema General de Regalías, el cual busca el desarrollo de iniciativas regionales menos centralizadas, más inclusivas en términos de desarrollo económico y social, con programas cuyas inversiones se dirijan a resolver problemas locales específicos. Si bien este propósito exige políticas inspiradas en el Marco 2, centradas por ejemplo, en la construcción de sistemas regionales de innovación, eso no será suficiente, ya que muchos de los instrumentos enmarcados en ese mismo tipo de políticas, priorizan mayoritariamente propósitos económicos frente a propósitos sociales o ambientales. Además, políticas inspiradas en el Marco 2 tienden a favorecer la concentración de las actividades y capacidades

16 Ver: http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/estrategia-nacional-apropiacionsocial.pdf

17 El término regional hace referencia a los diferentes niveles «subnacionales», por tanto, puede aplicarse a departamentos, ciudades o municipios, según corresponda.

de CTeI. De esta manera, políticas e instrumentos dentro del Marco 3 serán claves para desplegar vías alternativas de desarrollo regional, representando un avance significativo en la evolución de la Política Nacional de Ciencia e Innovación.

1.4 La transformación exige cambios a nivel de los sistemas sociotécnicos

Para lograr que la política de CTeI sea transformativa tanto a nivel nacional como regional y que responda mejor a las necesidades sociales y ambientales, esta necesita reenfocarse y adquirir nuevas características. La principal es que el foco debe estar en la búsqueda de cambios a nivel de los «sistemas sociotécnicos».

Por sistema sociotécnico, como se dijo anteriormente, nos referimos a la configuración de elementos sociales y técnicos que interactúan, evolucionan y se refuerzan de manera conjunta, determinando la orientación y comportamiento de formas de producción, de uso y de consumo. Estos elementos incluyen, por ejemplo, las prácticas y necesidades de las personas, las habilidades y capacidades de los actores involucrados, las infraestructuras, la gobernanza, la regulación, la estructura industrial, además de artefactos o tecnologías. Existen, por ejemplo, sistemas sociotécnicos que cumplen funciones sociales como la provisión de energía, de alimentos, de salud pública, de movilidad, de comunicación, etc. Hablar de cambios en estos sistemas se refiere a alteraciones en todos los elementos que lo configuran (sociales y técnicos), así como al proceso de desarrollo de una nueva configuración e integración en la economía y la sociedad en general[18].

Con base en lo anterior, las políticas de innovación transformativa apuntan a cambiar estos sistemas sociotécnicos por unos de mayor sostenibilidad, para lo cual es necesario reorientar las relaciones sociales y económicas, así como las de las personas con su entorno. En ese sentido, esta política encaja con el llamado a la transformación social, económica y ambiental que propone la Agenda 2030.

En el marco del Consorcio de Política de Innovación Transformativa, se llevaron a cabo diferentes estudios de caso que permitieron evidenciar que la transformación de los sistemas sociotécnicos va más allá de simplemente desarrollar nuevas soluciones tecnológicas radicales[19]. Por ejemplo, la política de CTeI puede centrarse en la introducción de vehículos eléctricos y su punto débil: superar su alcance limitado mediante el desarrollo de baterías de mayor duración. Sin embargo, si el vehículo eléctrico es apenas visto como un sustituto del automóvil actual y continuamos con un sistema de movilidad dominado por este artefacto, alcanzar una economía inclusiva y baja en carbono continuará siendo una meta lejana. En este sentido, resulta más apropiado enfocar las políticas de ciencia e innovación para apoyar el surgimiento de nuevos sistemas de movilidad en los que, por ejemplo, la propiedad de automóviles privados es menos importante, y otras modalidades, como el transporte público, caminar e ir en bicicleta son más utilizados en combinación con vehículos eléctricos, a los cuales se podría acceder, además, a través de empresas dedicadas a la prestación de servicios de movilidad. En un sistema como este, la planificación de la movilidad y, por lo tanto, también la reducción de los desplazamientos, se convertirían en un objetivo de todos los actores e incluso en un símbolo del comportamiento moderno, es decir, habrá un cambio transformativo. En consecuencia, en el ámbito de la política transformativa, la real transformación solo se da con la ocurrencia de cambios en sistemas

En el ámbito de la política transformativa, la real transformación solo se da con la ocurrencia de cambios en sistemas sociotécnicos que logran impactar la economía y la sociedad.

18 Ver: Rip, Arie y Kemp, René, 1998 y Grin, John et ál., 2010.

19 Algunos de los casos documentados pueden consultarse en: http://tipconsortium.net/materials/

sociotécnicos que logran impactar la economía y la sociedad.

Después de presentar las ideas que justifican la adopción de un enfoque transformativo en la política de ciencia e innovación que busca contribuir a la solución de los problemas sociales, económicos y ambientales expresados en los ODS, en el siguiente capítulo se realiza un acercamiento a estos últimos, que son los que demarcan el ámbito de acción de la política para promover cambios sociotécnicos.

2/

Los ODS como el ámbito para las transformaciones

Los ODS son una agenda política que expresa una aproximación de lo que puede considerarse como desarrollo sostenible en términos prácticos[20]. Para comprender mejor el reto que ello representa en la definición e implementación de una política de ciencia e innovación con enfoque transformativo, a continuación se presentan varios análisis desarrollados por Colciencias para la elaboración de este *Libro Verde 2030*. Estos ofrecen un acercamiento a dicha agenda desde diferentes perspectivas con el propósito de plantear reflexiones e identificar necesidades que deberán ser abordados por la política pública y los actores del SNCTI, toda vez que es en ese ámbito donde se quiere promover el cambio sociotécnico.

Es importante aclarar, en todo caso, que no se pretende presentar aquí un diagnóstico alrededor de la situación de los ODS en el país, tarea que viene siendo adelantada de manera juiciosa por otras entidades, como el Departamento Nacional de Planeación[21], sino avanzar en la comprensión de los ODS como el espacio en el que se promoverá la transformación[22].

2.1 Los ODS como agenda de política

El compromiso asumido ante las Naciones Unidas evidencia que los ODS les conciernen a todos los países del mundo, sin embargo, su cumplimiento plantea transformaciones y retos que son específicos para las políticas públicas de cada país. Pensando en ello, se realizaron entrevistas a profundidad con nueve especialistas colombianos provenientes de la empresa, la academia, el Gobierno y la sociedad civil organizada, con

20 El concepto de desarrollo sostenible no tiene una definición única. Sin embargo, los historiadores del concepto sitúan sus orígenes en el movimiento ambientalista y en la economía ambiental (Meadows et ál. 1972). Aunque existen diversas definiciones del concepto, se puede concluir que el desarrollo sostenible busca el equilibrio social, ambiental y económico. Este equilibrio, sin embargo, es un «equilibrio dinámico» (Gallopín, 2001), porque los sistemas están en constante renovación. En la política pública actual, la idea de desarrollo sostenible se ha convertido en un marco de gran aceptación, fundamentalmente por el empuje de organizaciones multilaterales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización para la Cooperación Económica para el Desarrollo (OCDE). Estas organizaciones han logrado convocar a distintos países a lo largo del tiempo y alrededor de programas conjuntos de cooperación y de propósitos. Uno de esos programas es la Agenda 2030.

21 Ver: www.ods.gov.co.

22 Uno de los documentos de trabajo elaborados en el marco del proyecto de construcción del *Libro Verde* ofrece una contextualización de los ODS y las posibles contribuciones de la CTeI. El documento puede consultarse en http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/objetivos_de_desarrollo_sostenible_y_aporte_a_la_cti_v_3.5.pdf

Las metas globales implican acciones locales que deben considerar la interacción entre objetivos, promover diálogos intersectoriales y la participación de distintos grupos sociales.

amplios conocimientos en política de ciencia e innovación o que se desempeñan en áreas relacionadas con el desarrollo sostenible. El propósito de estas entrevistas fue conocer sus posiciones y orientaciones sobre las características y el alcance de la Agenda 2030, incluyendo su pertinencia para Colombia, así como los principales retos de la política de ciencia e innovación para contribuir con su implementación. De la información recogida, entre otros aspectos, se destacan los siguientes[23]:

- Tres características fundamentales de la Agenda 2030 son: *globalidad*, *interacción* y *promoción de cambios*. En resumen, las metas globales implican acciones locales que requieren tener en cuenta la interacción entre distintos objetivos (pobreza y desarrollo económico, agua y consumo responsable, etc.), promover diálogos intersectoriales y hacer partícipes de los procesos de decisión a los distintos grupos sociales (ciudadanos, empresarios, académicos y representantes del Gobierno). Adicionalmente, se destaca que una política para aportar a los ODS implica un cambio en el concepto de desarrollo, que pasa de uno enfocado en el crecimiento económico a uno centrado en el equilibro de aspectos económicos, sociales y medioambientales.
- El logro de la Agenda 2030 puede verse comprometido ante tres riesgos principales: i) no contar con el compromiso de los diferentes sectores (Gobierno, empresa, sociedad civil) debido a una divulgación insuficiente; ii) enfocarse en metas y no en acciones, lo cual puede distraer del principal propósito, en palabras de uno de los entrevistados: «el reto es lograr una verdadera mejora en las condiciones y no solo un cambio en los indicadores» y, iii) carecer de una financiación apropiada.
- Los mayores retos para la política pública de ciencia e innovación en Colombia en relación con los ODS serían: i) lograr el fortalecimiento institucional de las organizaciones relacionadas con CTeI, particularmente de Colciencias; ii) lograr una mejor articulación tanto al interior del Gobierno nacional como con otros sectores, en especial el de la sociedad civil y, iii) la priorización de agendas de investigación en conexión con las necesidades sociales.

Además de las entrevistas a profundidad, se llevaron a cabo siete conversatorios[24] en los cuales se reflexionó sobre la política de CTeI y su contribución a los ODS. Entre los aspectos que fueron señalados como necesidades de la política de ciencia e innovación cabe mencionar las siguientes:

- Lograr mayor participación de los distintos grupos sociales en las decisiones sobre CTeI (Conversatorio V sobre cambio climático y Conversatorio II sobre paz).
- Fomentar la interdisciplinariedad y el diálogo de saberes (Conversatorio VI sobre transformación social y Conversatorio V sobre cambio climático).
- Desarrollar el carácter regional de las soluciones para el desarrollo sostenible (Conversatorio V sobre cambio climático y Conversatorio II sobre paz).
- Incorporar la ética y la incertidumbre en la política de CTeI para el desarrollo sostenible (Conversatorio VI sobre transformación social).

23 El documento que recoge estas entrevistas y análisis está disponible en: http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/percepciones_agenda_2030.pdf

24 Los temas abordados fueron: desarrollo productivo sostenible, caminos hacia la transición y análisis de energías renovables para la mitigación y adaptación al cambio climático, CTeI en la construcción de paz, CTeI en la consolidación de ciudades y regiones sostenibles, CTeI y el cambio climático, océanos y ecosistemas terrestres, CTeI y la transformación social y, el papel del agua en el ambiente y la sociedad. En total se contó con la participación de cerca de 1200 personas. Los detalles de cada conversatorio pueden consultarse en la sección «Participación ciudadana» de la página web: www.libroverde2030.gov.co.

- La necesidad de experimentar en política pública (Conversatorio I de transición a energías renovables).

2.2 Ciudadanía y ODS

Un aspecto destacado dentro del enfoque transformativo o Marco 3 es que genera espacios para que la sociedad civil o los actores a quienes no se han dirigido tradicionalmente las iniciativas de la política de ciencia e innovación se vinculen en los procesos de cambio. Una manera de propiciar esta vinculación, que ha ganado terreno en los últimos años, son los ejercicios de consulta a la ciudadanía sobre la dirección que debe imprimirse a la política pública[25]. En el caso de los ODS, países como Finlandia, Grecia y Turquía han empleado este tipo de consultas para definir estrategias relacionadas con su implementación (OECD, 2016).

En esta última dirección y con el propósito de captar el interés de distintos grupos para propiciar su participación en el diseño de políticas de ciencia e innovación, además de contribuir en la divulgación de los ODS, Colciencias realizó entre octubre de 2017 y enero de 2018 la consulta ciudadana «¿Qué camino cogemos?». En ella se les preguntó a ciudadanos, investigadores y empresarios (en adelante, grupos consultados) cuáles ODS consideraban eran los más preocupantes para ellos y sus familias y si creían que la situación de esos ODS en Colombia había mejorado o no en los últimos dos años[26]. En total se obtuvieron cerca de 500 000 respuestas, la mayor participación hasta ahora para informar el diseño de una política de ciencia e innovación en el país. Las tablas 1 y 2 presentan los balances generales[27].

Tabla 1. Participación total en la consulta por grupo consultado

Grupo	Mujeres	Hombres	N/I	Total
Ciudadanos	210.380	228.529	-	438.909
Investigadores	6.920	11.173	11	18.104
Empresarios	5.250	12.455	289	17.994
Total	222.550	252.157	300	475.007

Fuente: Resultados consulta ciudadana «Qué camino cogemos?».

Tabla 2. Número de respuestas por región*

Región	N.º de respuestas
Bogotá D. C.	150.734
Eje Cafetero	125.462
Pacífico	69.573
Caribe	53.832
Centro oriente	46.164
Centro sur	11.885
Llanos	6.266
No informa	11.091
Total	**475.007**

* Las regiones son las utilizadas por las agencias gubernamentales de Colombia. Bogotá D. C. se enuncia por separado en su calidad de Distrito Capital.

Fuente: Resultados consulta ciudadana «Qué camino cogemos?».

Dentro de los posibles análisis de los resultados de esta consulta, dos en particular son de relevancia para informar la política de ciencia e innovación orientada a los ODS. El primer análisis es el de las principales preocupaciones expresadas por los diferentes grupos consultados, donde se encontró una notable cercanía entre las preocupaciones señaladas por ciudadanos e investigadores. Estos dos grupos concuerdan en situar «Educación de calidad» (ODS 4), «Agua

25 En el ámbito científico, estas consultas buscan motivar la participación «como un mecanismo para mejorar la eficiencia, calidad y relevancia de la investigación y mejorar la transparencia y la confianza en la ciencia» (OECD, 2017, p. 5). Ejemplos de agendas de investigación moldeadas con participación ciudadana son CIMULACT en la Unión Europea, Great New Zealand Science Project, RISTEX en Japón y X-Project en Corea del Sur (OECD, 2017).

26 Esta parte de la consulta se realizó en alianza con la ONU, como parte de la encuesta mundial «My World 2030».

27 Los resultados de esta consulta están disponibles a través de una serie de tableros dinámicos a los cuales se puede acceder en: http://colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras

Tabla 3. Resultados de la consulta ciudadana por grupo consultado

ODS	Nombre	Agregado	Ciudadano	Investigador	Empresario
4	Educación de calidad	348.785	336.230	8.013	4.542
6	Agua limpia y saneamiento	206.330	198.252	5.487	2.591
3	Salud y bienestar	201.573	195.035	4.335	2.203
13	Acción por el clima	200.925	193.298	5.072	2.555
15	Vida de ecosistemas terrestres	177.402	170.923	4.455	2.024
1	Fin de la pobreza	176.966	169.785	4.549	2.632
8	Trabajo decente y crecimiento económico	174.297	165.541	3.814	4.942
11	Ciudades y comunidades sostenibles	171.937	166.192	2.868	2.877
7	Energía asequible y no contaminante	162.874	156.617	3.810	2.447
2	Hambre cero	161.481	155.896	3.501	2.084
16	Paz, justicia e instituciones sólidas	147.313	140.922	3.749	2.642
10	Reducción de las desigualdades	145.462	138.309	4.176	2.977
12	Producción y consumos responsables	122.381	116.006	2.998	3.377
9	Industria, innovación e infraestructura	119.141	110.654	3.523	4.964
5	Igualdad de género	90.386	86.661	1.989	1.736
14	Vida submarina	81.243	77.136	2.954	1.153
17	Alianzas para lograr los objetivos	55.927	53.960	1.079	888
	Total consultados	**475.007**	**438.909**	**18.104**	**17.994**

Fuente: Resultados consulta ciudadana «Qué camino cogemos?».

limpia y saneamiento» (ODS 6) y «Salud y bienestar» (ODS 3), en los tres primeros lugares. Los empresarios, entretanto, dieron una relevancia un poco distinta, señalando: «Industria, innovación e infraestructura» (ODS 9), «Trabajo decente y crecimiento económico» (ODS 8) y «Educación de calidad» (ODS 4), como los de mayor preocupación. Este último ODS es compartido con ciudadanos e investigadores. Es posible que la divergencia sea producto de lógicas que dialogan poco en el país y, en ese sentido, debe considerarse que tanto el cambio sociotécnico como el logro de los ODS demandan participación y diálogo entre los diferentes grupos, sobre todo para la construcción de visiones y expectativas compartidas (dirección) frente al cambio.

La tabla 3 muestra los resultados de la consulta por grupo, ordenando los ODS desde los que generan mayor preocupación a los que menos preocupan.

El segundo análisis tiene que ver con los resultados de la consulta a nivel regional, lo cual es pertinente considerando la necesidad imperante de interpretar la Agenda 2030 a la luz de las realidades territoriales. En general, las preocupaciones resultaron similares en todas las regiones. El principal consenso está en que «Educación de calidad» (ODS 4) es la mayor preocupación. También hay coincidencias en que los ODS «Agua limpia y saneamiento» (ODS 6), «Acción por el clima» (ODS 15), «Salud y bienestar» (ODS 3) y «Vida de ecosistemas terrestres» (ODS 15) son los cinco que más preocupan, si bien en distinto orden en cada región. La mayor diferencia se advierte en la región de los Llanos, que incluyó entre los primeros cinco «Energía asequible y no contaminante» (ODS 7), «Industria, innovación e infraestructura» (ODS 9) y «Hambre cero» (ODS 2); ubicando en otro nivel de importancia «Acción por el clima» (ODS 13) y «Agua limpia y saneamiento» (ODS 6). La tabla 4 muestra

Tabla 4. Resultados de la consulta ciudadana por región

ODS	Nombre	Total	Bogotá	Caribe	Centro oriente	Centro sur	Eje Cafetero	Llanos	Pacífico
4	Educación de calidad	341.276	109.661	40.641	33.894	8.893	89.782	5.402	53.003
6	Agua limpia y saneamiento	204.737	67.459	23.128	23.678	5.608	51.359	2.160	31.345
13	Acción por el clima	197.172	59.057	23.011	18.488	6.742	56.156	2.175	31.543
3	Salud y bienestar	195.985	54.312	24.765	21.119	5.226	54.175	3.307	33.081
15	Vida de ecosistemas terrestres	173.814	57.220	18.271	18.734	4.958	44.406	2.925	27.300
1	Fin de la pobreza	172.186	54.891	19.037	17.345	3.933	46.499	1.893	28.588
8	Trabajo decente y crecimiento económico	168.146	51.962	21.242	16.331	5.906	47.395	1.778	23.532
11	Ciudades y comunidades sostenibles	167.762	53.551	21.212	14.757	3.959	47.928	1.682	24.673
7	Energía asequible y no contaminante	158.776	50.856	17.505	16.423	3.838	42.530	3.265	24.359
2	Hambre cero	157.072	51.058	14.599	16.196	4.101	43.011	2.222	25.885
16	Paz, justicia e instituciones sólidas	142.582	45.999	18.318	14.519	3.430	38.657	1.928	19.731
10	Reducción de las desigualdades	142.424	45.246	15.854	16.737	1.952	40.885	2.034	19.716
12	Producción y consumos responsables	120.155	43.471	14.362	11.458	3.402	30.239	1.471	15.752
9	Industria, innovación e infraestructura	115.685	39.544	14.100	8.081	2.418	32.011	2.066	17.465
5	Igualdad de género	88.357	31.172	8.639	9.200	2.218	24.487	888	11.753
14	Vida submarina	79.642	30.396	7.547	4.984	1.225	21.846	234	13.410
17	Alianzas para lograr los objetivos	54.642	20.257	5.446	4.444	1.113	16.088	559	6.735
	Total consultados	**463.916**	**150.734**	**53.832**	**46.164**	**11.885**	**125.462**	**6.266**	**69.573**

Fuente: Resultados de la consulta ciudadana «Qué camino cogemos?».

los totales obtenidos en la consulta por región y está ordenada según el resultado agregado, de mayor a menor.

Estas cifras, son una primera aproximación al análisis regional, el cual debe profundizarse. Nótese, por ejemplo, que inclusive si las mayores preocupaciones de la ciudadanía coinciden de un territorio a otro, es posible que las soluciones pertinentes para cada uno sean diferentes o precisen adaptaciones.

2.3 Investigación y ODS

En relación con la importancia de la CTeI para el logro de los ODS y, en particular, el papel central que juegan la investigación científica y el desarrollo tecnológico, se realizó un estudio para identificar cómo ha sido esta dinámica en Colombia en temas relacionados con los distintos ODS durante los últimos años, lo que permite tener una idea preliminar de las mayores fortalezas existentes y señalar áreas que requieran fortalecerse. Para ello, el análisis se centró en la producción científica y tecnológica relacionada con ODS para el periodo 2007-2016[28] (en adelante, ejercicio bibliométrico), obteniendo resultados que han sido agrupados en tres temas principales: i) producción bibliográfica e impacto, ii) colaboración y, iii) patentamiento.

28 El estudio fue realizado por Elsevier para Colciencias en 2018. Los resultados detallados pueden consultarse en la página web del *Libro Verde 2030*: www.libroverde2030.gov.co. Si bien el análisis se realizó sobre la información contenida en bases de datos de «alto impacto», la metodología empleada, las descripciones técnicas de las bases de datos utilizadas y las ecuaciones de búsqueda construidas son de libre acceso para quienes deseen ampliar este tipo de análisis a otras bases de datos de publicaciones científicas. Ver: http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/portada-intro-anexos.pdf

Tabla 5. Número de publicaciones por ODS y país (valores mundiales como referencia)

ODS	Nombre	Mundo	CO	BR	MX	UK	US	CN	AU
15	Vida de ecosistemas terrestres	170. 280	717	5.368	1.607	13.856	33.006	25.541	8.909
13	Acción por el clima	136.651	620	4.650	1.453	12.382	27.423	16.939	7.666
14	Vida submarina	104.312	498	3.768	1.061	10.727	24.572	6.856	7.123
12	Producción y consumos responsables	78.468	363	3.179	839	5.936	14.993	10.023	
9	Industria, innovación e infraestructura	74.897	274	1.998	564	6.238	14.202	9.751	3.963
17	Alianzas para lograr los objetivos	60.652	266	1.483	541	6.735	12.678	4.462	4.067
11	Ciudades y comunidades sostenibles	59.895	229	1.531	525	5.261	11.359	8.867	3.146
6	Agua limpia y saneamiento	58.404	212	1.806	595	4.087	12.364	10.545	3.200
7	Energía asequible y no contaminante	45.587	191	1.268	361	3.083	10.167	5.660	
2	Hambre cero	40.363	240	1.972	635	3.111	8.040	4.994	2.582
1	Fin de la pobreza	21.462	114	591	222	2.325	4.465	1.495	1.345
8	Trabajo decente y crecimiento económico	20.592	79	428	160	1.775	3.356	3.888	1.133
10	Reducción de las desigualdades	9.860	55	371	106	1.069	1.917	1.117	562
16	Paz, justicia e instituciones sólidas	9.219	70	244	97	1.128	2.003	619	577
3	Salud y bienestar	6.810	284	1.860	668	835	1.874	452	377
5	Igualdad de género	6.810	37	163	80	835	1.874		452
4	Educación de calidad	5.204	19	71	33	662	1.263		603

Fuente: Elaboración propia basada en Elsevier, 2018.

i) Producción bibliográfica e impacto

La tabla 5 presenta el número de productos bibliográficos (ya sea artículo, revisión de literatura o ponencia) de autores colombianos (CO) y de los países que lideran la producción bibliográfica a nivel mundial en los distintos ODS: Reino Unido (UK), Estados Unidos (US), China (CN) y Australia (AU) y con cifras de Brasil (BR) y México (MX) como referentes de la investigación en Latinoamérica.La producción bibliográfica mundial en ODS fue de 247 188 productos entre 2006 y 2017, concentrándose en los ODS: «Vida de ecosistemas terrestres» (ODS 15), «Acción por el clima» (ODS 13), «Vida submarina» (ODS 14) y «Producción y consumos responsables» (ODS 12). En el caso de Colombia, el número de productos bibliográficos fue de 1081, en el mismo periodo; ordenados de mayor a menor producción, el resultado por ODS fue el siguiente:

1) Vida de ecosistemas terrestres (ODS 15).
2) Acción por el clima (ODS 13).
3) Vida submarina (ODS 14).
4) Producción y consumos responsables (ODS 12).
5) Salud y bienestar (ODS 3).
6) Industria, innovación e infraestructura (ODS 9).
7) Alianzas para lograr los objetivos (ODS 17).
8) Hambre cero (ODS 2).
9) Ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11).
10) Agua limpia y saneamiento (ODS 6).
11) Energía asequible y no contaminante (ODS 7).
12) Fin de la pobreza (ODS 1).
13) Trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8).
14) Paz, justicia e instituciones sólidas (ODS 16).
15) Reducción de las desigualdades (ODS 10).
16) Igualdad de género (ODS 5).
17) Educación de calidad (ODS 4).

Tabla 6. Impacto citacional por ODS y país (ordenado por producción de Colombia)

ODS	Nombre	Mundo	CO	BR	MX	UK	US	CN	AU
15	Vida de ecosistemas terrestres	1,1	1,1	0,9	1,1	1,7	1,5	0,7	1,6
13	Acción por el clima	1,2	1,2	1,0	1,2	1,8	1,6	1,0	1,8
14	Vida submarina	1,2	1,0	0,9	1,3	1,8	1,6	1,2	1,6
12	Producción y consumos responsables	1,3	1,2	1,2	1,1	2,0	1,7	1,1	
9	Industria, innovación e infraestructura	1,1	1,0	0,8	1,2	1,7	1,5	0,8	1,6
17	Alianzas para lograr los objetivos	1,2	1,2	1,1	1,5	1,8	1,5	0,9	1,6
11	Ciudades y comunidades sostenibles	1,0	1,3	0,9	1,0	1,6	1,4	0,7	1,5
6	Agua limpia y saneamiento	1,1	1,0	1,0	1,0	1,7	1,4	0,9	1,7
7	Energía asequible y no contaminante	1,4	0,0	0,0	-0,2	1,9	1,7	1,3	
2	Hambre cero	1,2	1,8	1,2	1,4	2,1	1,8	1,0	1,8
1	Fin de la pobreza	1,0	1,4	1,1	1,2	1,7	1,5	0,8	1,5
8	Trabajo decente y crecimiento económico	1,0	1,1	1,0	1,2	1,8	1,5	0,7	1,6
10	Reducción de las desigualdades	1,1	1,2	1,0	1,6	1,9	1,6	1,1	1,8
16	Paz, justicia e instituciones sólidas	1,1	1,4	0,8	1,2	1,7	1,4	0,9	1,7
3	Salud y bienestar	1,1	1,2	1,2	1,5	1,9	1,6	1,5	1,6
5	Igualdad de género	1,1	2,1	1,3	3,2	1,9	1,6		1,5
4	Educación de calidad	1,0	0,6	1,0	0,7	1,0	1,0		1,1

Fuente: Elaboración propia basada en Elsevier, 2018.

La principal diferencia de Colombia con la producción global se encuentra en «Salud y bienestar» (ODS 3), que para Colombia ocupa el quinto lugar en producción, mientras que en el ordenamiento global ocupa el lugar 15.

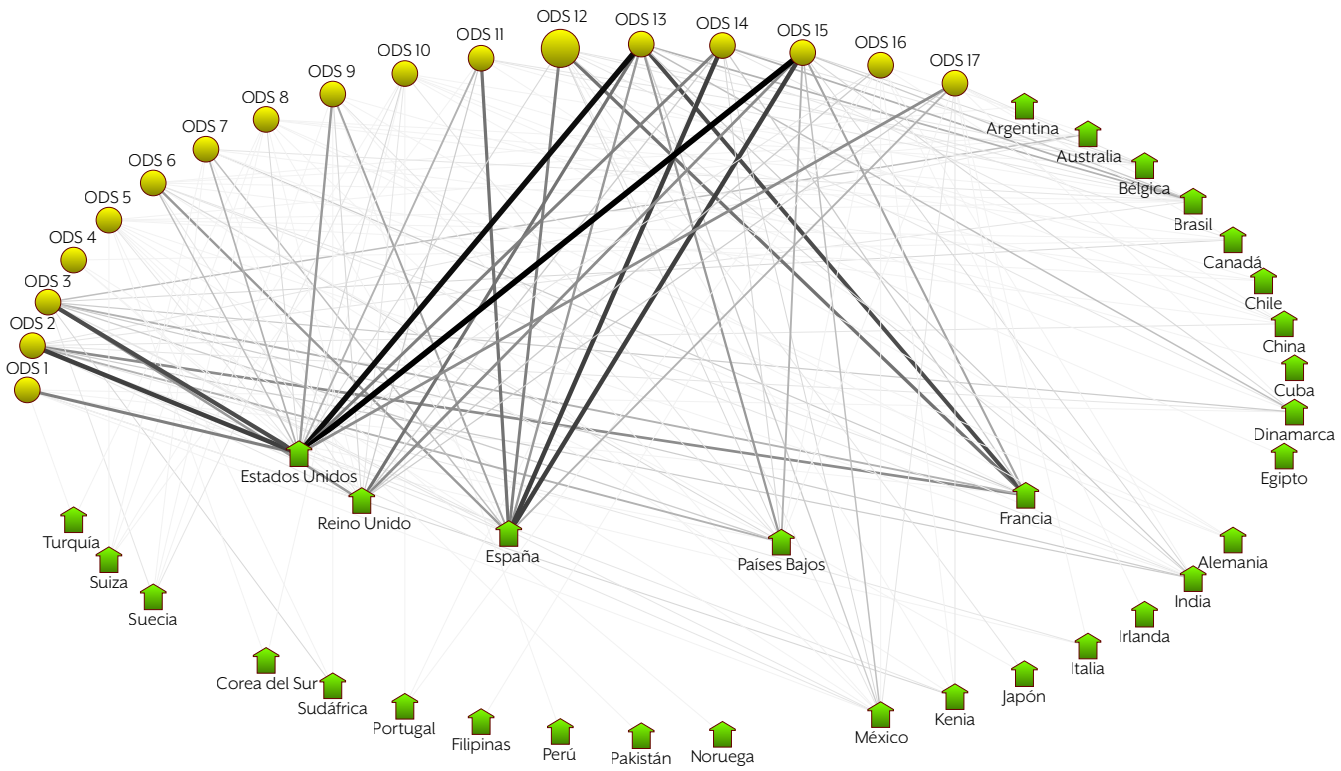
Con respecto al impacto de esta producción bibliográfica, entendido como el nivel de citaciones que recibe (impacto citacional), la tabla 6 muestra que Colombia tiene un impacto citacional igual o superior al promedio mundial en once de los ODS, siendo particularmente visible en el ODS 5, «Igualdad de género». Esto indica que la producción colombiana está siendo utilizada en estudios relacionados con los ODS a nivel mundial y que en algunos campos, como la equidad de género y los estudios sobre reducción de hambre, Colombia alcanza niveles de citación muy parecidos a los de los países líderes.

ii) Colaboración

Ciento diecisiete instituciones de 28 países conforman la red de colaboración del país en el tema de ODS, tomando como punto de corte los 20 colaboradores más importantes en términos de número de productos bibliográficos por ODS. Los países con los cuales más colabora Colombia son: Estados Unidos, España, Reino Unido, Francia y Holanda. Con ellos realiza aproximadamente el 65 % de la producción bibliográfica asociada con los ODS. Las cinco instituciones con las que más colabora Colombia son, en orden: Wageningen University & Research (Holanda), Stanford University (EE. UU.), Universitat Politecnica de Catalunya (España), Imperial College London (Reino Unido), International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (India).

La figura 1 muestra la colaboración entre Colombia y los distintos países, así como los intereses de esta colaboración en cuanto a los ODS. Los nodos amarillos representan los ODS y los verdes los países. Las relaciones están dadas por el número de publicaciones en coautoría, y las líneas son más gruesas cuantas más publicaciones haya en conjunto. Los nodos también son más grandes

Figura 1. Países que colaboran con Colombia por ODS



Fuente: Elaboración propia basada en Elsevier, 2018.

dependiendo del número de relaciones que se tengan. Como se ve, los ODS que más se benefician de la colaboración son «Vida de ecosistemas terrestres» (ODS 15), «Acción por el clima» (ODS 13) y «Vida submarina» (ODS 14).

iii) Patentamiento

En total se encontraron 7 783 patentes de invención otorgadas en el mundo relacionadas con los ODS[29]. El ODS con más patentes asociadas es «Acción por el clima» (ODS 13), con el 17 %. Este ODS, junto con los de «Producción y consumos responsables» (ODS 12), «Energía asequible y no contaminante» (ODS 7) y «Vida de ecosistemas terrestres» (ODS 15) concentran el 56 % de las patentes de invención. Así como en otros ámbitos, Estados Unidos es el país que concentra la mayor cantidad (80 %), los países latinoamericanos, incluido Colombia, tienen una participación mínima (0,29 %). La tabla 7 muestra el número de patentes por ODS y país solicitante. Un color más oscuro en la celda significa mayor número de patentes.

En síntesis, el ejercicio bibliométrico muestra que la producción colombiana en ODS crece a una tasa de 30 % anual y supera el promedio de citación mundial en un 20 %, si bien esto varía dependiendo de cada ODS. De la producción colombiana en ODS, 15 % se encuentra dentro de la más citada en el mundo. Estos indicadores muestran un buen nivel de impacto y uso de la producción colombiana para el desarrollo sostenible, aunque el total de productos bibliográficos todavía es mínimo en comparación con otros países como Estados Unidos, España, Reino Unido, Francia y

29 La fuente consultada para este estudio es Lexis Nexis (www.lexisnexis.com), plataforma que reúne datos de la US Patent Office, Esp@cenet y WIPO.

Tabla 7. Patentes de invención otorgadas, relacionadas con ODS por país solicitante

País	US	GB	CN	AU	DE	CO	MX	BR	Mundo
ODS 13	1.041	20	25	40	38	2	1	1	1.339
ODS 12	887	19	27	41	4	2	1	1	1.186
ODS 7	763	17	14	20	4	2	1	-	956
ODS 15	711	13	17	32	22	-	1	2	914
ODS 9	510	5	21	30	8	-	1	-	638
ODS 14	490	6	31	7	6	1	1	-	601
ODS 6	416	5	14	8	18	-	-	1	531
ODS 3	371	4	3	20	17	-	-	1	483
ODS 2	338	6	14	1	23	1	-	1	434
ODS 11	303	1	10	10	2	-	-	-	362
ODS 17	101	5	1	1	2	1	-	1	130
ODS 8	-	73	-	-	-	-	-	-	81
ODS 10	55	-	1	2	-	-	-	-	74
ODS 1	19	-	-	-	-	-	-	-	21
ODS 5	13	3	-	-	1	-	-	-	19
ODS 16	11	-	-	1	-	-	-	-	14
ODS 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.029	177	178	213	145	9	6	8	7.783

Fuente: Elaboración propia basada en Elsevier, 2018.

Holanda. También está por debajo de países más cercanos geográfica y culturalmente, como Brasil y México. Por otro lado, el desarrollo de patentes en Colombia, en los distintos ODS, es muy bajo. Los anteriores resultados ofrecen insumos valiosos para informar la política pública frente a los estímulos que deben generarse para el desarrollo de la investigación científica y el desarrollo tecnológico alrededor de los ODS, en principio: i) ODS con mayor dinámica de investigación, ii) ODS donde se requiere dinamizar la I + D, iii) oportunidades de cooperación internacional y, iv) oportunidades para el desarrollo tecnológico e innovación.

2.4 Ciudadanía, investigación y ODS

A partir de las secciones anteriores, 2.2 y 2.3, es posible explorar las relaciones existentes en Colombia entre la dinámica de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y las preocupaciones ciudadanas, alrededor de los ODS. De cierta forma, este análisis es una oportunidad para aproximar ideas del Marco 1 de política, donde se asume que la generación de conocimiento se traduce «naturalmente» en beneficios económicos y sociales, con ideas del Marco 3, que enfatizan la orientación de la política hacia la solución de problemas de la sociedad, contando con su participación y direccionamiento.

Un cruce de resultados entre las preocupaciones ciudadanas y la dinámica de producción bibliográfica, entendida como intensidad de investigación, permitió identificar cuatro tipos de relaciones:

- Intensidad de investigación alta e interés ciudadano alto.
- Intensidad de investigación alta e interés ciudadano bajo.
- Intensidad de investigación baja e interés ciudadano alto.
- Intensidad de investigación baja e interés ciudadano bajo.

Tabla 8. Clasificación de los ODS de acuerdo con la intensidad de investigación e intereses ciudadanos

		Interés ciudadano	
		Bajo	**Alto**
Intensidad de investigación	**Alta**	Vida submarina (ODS 14) Alianzas para lograr los objetivos (ODS 17)	Vida de ecosistemas terrestres (ODS 15) Acción por el clima (ODS 13) Producción y consumo responsables (ODS 12) Salud y bienestar (ODS 3) Industria, innovación e infraestructura (ODS 9)
	Baja	Hambre cero (ODS 2) Energía asequible y no contaminante (ODS 7) Paz, justicia e instituciones sólidas (ODS 16) Igualdad de género (ODS 5)	Ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11) Agua limpia y saneamiento (ODS 6) Fin de la pobreza (ODS 1) Trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8) Reducción de las desigualdades (ODS 10) Educación de calidad (ODS 4)

Fuente: Elaboración propia basada en los resultados de Elsevier, 2018, y en la consulta ciudadana «¿Qué camino cogemos?».

Se clasificaron como de intensidad de investigación alta los siete ODS que concentran la mayor producción bibliográfica nacional y como de interés ciudadano alto aquellos ODS que fueron señalados como los seis que más preocupan a alguno de los grupos consultados (ciudadanos, investigadores o empresarios). El resultado de esta clasificación se puede ver en la tabla 8.

Para brindar una visión más amplia de estas relaciones entre investigación, intereses ciudadanos y ODS, a continuación se muestra la proyección de los dos primeros sobre un mapa de relaciones de los ODS (figura 2). El mapa de relaciones fue construido a partir de las citaciones mundiales de la producción bibliográfica relacionada con los ODS. Los ODS están representados por los nodos de la red y el diámetro de cada nodo indica la proporción de publicaciones colombianas en ese ODS. Las relaciones entre los ODS están representadas por líneas, y el grosor de la línea indica la cantidad de citaciones entre los ODS vinculados. Los colores de los nodos indican su pertenencia a cada uno de los cuadrantes de la tabla 8. El amarillo indica interés de investigación alto e interés ciudadano alto. El verde, interés de investigación bajo e interés ciudadano alto. El rojo, interés de investigación bajo e interés ciudadano bajo. El azul, interés de investigación alto e interés ciudadano bajo.

Las relaciones identificadas entre ODS ubicados en diferentes cuadrantes permiten suponer que las acciones de política para vincular dinámicas de investigación científica y desarrollo tecnológico con intereses ciudadanos pueden valerse de las relaciones entre los diferentes ODS para lograr apalancamiento entre ellos. Este tipo de visiones de conjunto puede, además, extenderse a otras áreas diferentes a la I + D, como por ejemplo, a tecnologías, actores o inclusive, políticas públicas.

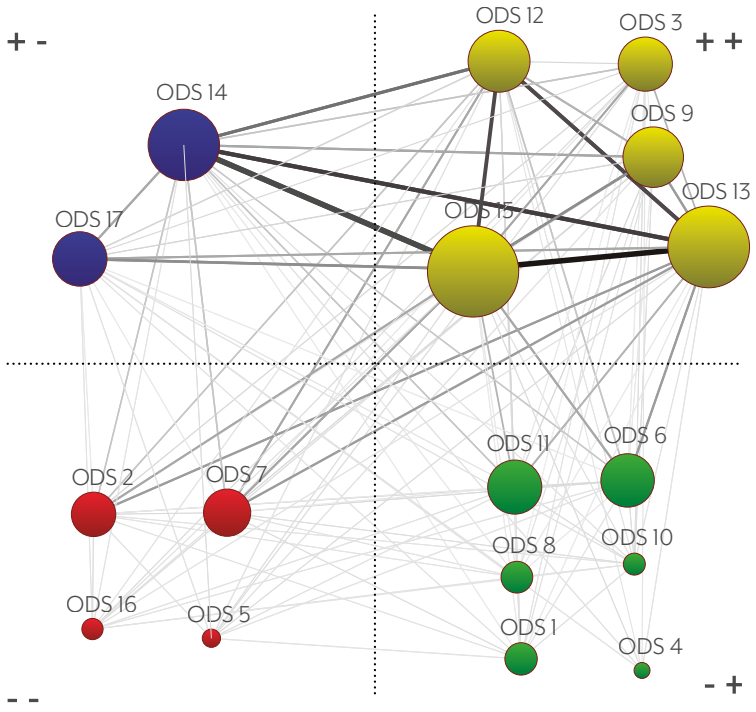
Cabe señalar que un enfoque transformativo de la política pública enfatiza la participación activa de diversos grupos sociales en la toma de decisiones sobre la dirección y el desarrollo de las agendas de ciencia e innovación.

2.5 Tecnologías de frontera y ODS

Como se ha señalado, los artefactos tecnológicos son uno de los componentes de los sistemas sociotécnicos objeto de la transformación. En este sentido, las tecnologías de frontera[30]

30 Las tecnologías de frontera se refieren de modo general a áreas tecnológicas que se encuentran en proceso de desarrollo o perfeccionamiento y por lo tanto no son comercializadas de manera amplia, si bien presentan un gran

Figura 2. Red de ODS, intereses ciudadanos e intensidad de investigación



Fuente: Elaboración propia basada en los resultados de Elsevier, 2018, y la consulta ciudadana «¿Qué camino cogemos?».

son especialmente reconocidas por su potencial para transformar de manera radical la forma como hoy vivimos. En el ámbito específico de los ODS, diferentes organismos internacionales, entre ellos la OCDE y la ONU, han destacado el papel relevante que estas tecnologías pueden tener para su cumplimiento. Por ejemplo, las tecnologías relacionadas con *big data* están ayudando a entender el comportamiento del clima a nivel mundial, mejorar los diagnósticos médicos y tomar mejores decisiones en escenarios complejos. La inteligencia artificial está optimizando métodos de razonamiento y ejecución más precisos, seguros y eficientes, en diversas tareas. La impresión 3D permite acelerar y volver más eficiente la fabricación de productos complejos. La biotecnología, la nanotecnología y las energías renovables también tienen grandes desarrollos con impactos positivos en la salud, suministro de agua, cambio climático, entre otros (UNCTAD, 2018). De esta manera, se evidencia el potencial que las tecnologías de frontera tienen para contribuir a las soluciones de los problemas expresados en la Agenda 2030.

Sin embargo, también desde un punto de vista sociotécnico, se entiende que los efectos de las tecnologías de frontera no se limitan solo a proveer soluciones, sino que pueden tener diversas implicaciones sociales y ambientales, no siempre positivas. Por ejemplo, se ha argumentado que las tecnologías de *big data*, inteligencia artificial e impresión 3D pueden tener un efecto negativo sobre el empleo, al sustituir mano de obra humana por procesos automatizados. También hay consideraciones éticas sobre la utilización de estas tecnologías porque pueden ser empleadas para propósitos como espionaje, manipulación de la información y control de mercados. Otras preocupaciones tienen

potencial de aplicación y mercado. Las principales tecnologías de frontera en la actualidad son la robótica, los drones, los vehículos autónomos, la realidad aumentada, la inteligencia artificial, la fabricación digital, el *big data*, la biotecnología, el Internet de las cosas, *blockchain* y la biología sintética entre otras.

El surgimiento del Marco 3 no implica el total desplazamiento de otros marcos de política, sino por el contrario, su complemento.

que ver con que las tecnologías de frontera, al ser generadas principalmente en países desarrollados, aumentarán la brecha entre países ricos y pobres. En consecuencia, una política enfocada en el desarrollo sostenible deberá crear mecanismos para evaluar, anticipar y sopesar los riesgos e implicaciones del desarrollo e introducción de este tipo de tecnologías.

2.6 Relaciones entre ODS y cambio sociotécnico

Así como ha sido posible identificar relaciones entre los ODS en términos de investigación científica, los fundamentos conceptuales de la política transformativa permiten, además, establecer relaciones entre ODS desde el punto de vista de sistemas sociotécnicos y la dirección de las transformaciones. Para ello, se parte de la idea de que es posible distinguir tres tipos de ODS:

- *Tipo 1:* los ODS que cubren sistemas sociotécnicos que cumplen funciones sociales específicas mediante la provisión de bienes o servicios o la protección de un recurso. Serían ellos: el ODS 3 en salud, el 4 en educación, el 6 en agua limpia y saneamiento, el 7 en energía asequible y no contaminante, el 9 en innovación, industria e infraestructura, el 14 sobre vida submarina y el ODS 15 sobre ecosistemas terrestres.
- *Tipo 2:* los ODS que enfatizan direccionalidad, es decir, que declaran el sentido en el que se quiere avanzar. Serían ellos: el ODS 1 de fin de la pobreza, el 2 sobre hambre cero, el 5 sobre igualdad de género, el 8 sobre trabajo decente y crecimiento económico, el 10 sobre reducción de las desigualdades, el 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles; el 12 sobre producción y consumos responsables, y el ODS 13 de acción por el clima.
- *Tipo 3*: los ODS que se centran en las condiciones de entorno necesarias para llevar a cabo las transformaciones, entre ellas, los arreglos de gobernanza entre el Estado, el mercado, la sociedad civil y la ciencia. Por lo general estas condiciones marco no están predefinidas y por lo tanto necesitan ser desarrolladas como parte del proceso de cambio. De estos hacen parte el ODS 16 sobre paz, justicia e instituciones sólidas y el 17 sobre alianzas para lograr los ODS.

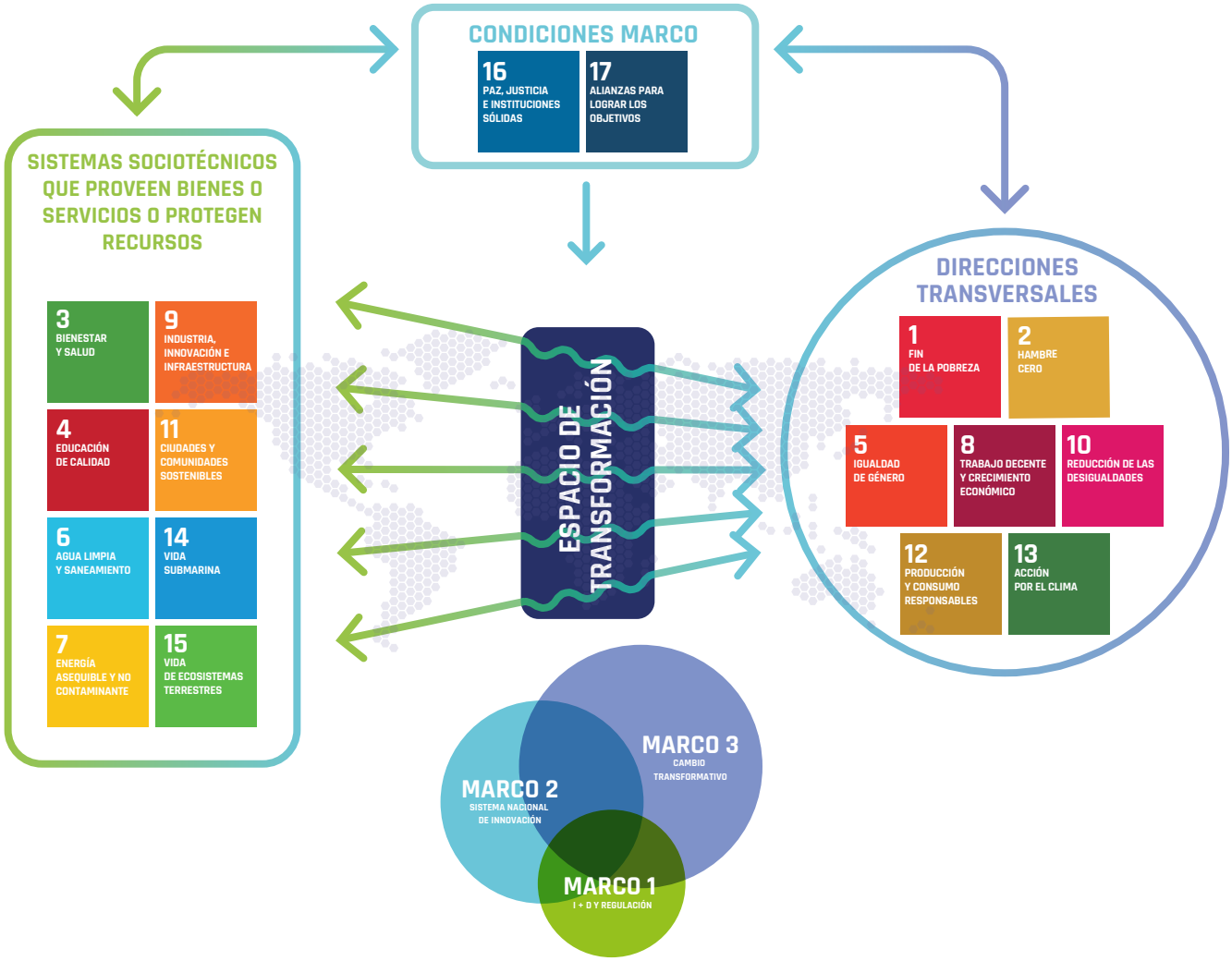
Esta clasificación de los ODS permite identificar conexiones y formas de relación entre ellos que no son explícitas cuando se considera el conjunto de los diecisiete objetivos o cada uno de manera separada. Por ejemplo, para garantizar la búsqueda del gran propósito de la Agenda 2030, que es el desarrollo sostenible, lo ideal es que iniciativas[31] asociadas a los ODS que cumplen funciones sociales (tipo 1) estén articuladas al menos con uno de los ODS que imprime direccionalidad (tipo 2). Esta interacción entre ODS es la que consigue aumentar considerablemente el potencial de impacto y transformación de las iniciativas, convirtiendo esas articulaciones en un tema relevante para la política.

Esta interpretación de posibles relaciones entre los ODS es esquematizada en la figura 3. El cuadro central representa el espacio donde se desarrollan iniciativas transformativas gracias a la conjugación de ODS tipo 1 y 2 (cuadros de la derecha e izquierda), el cual es además influenciado por ODS tipo 3 (cuadro superior). En la parte inferior del esquema se visualizan los tres marcos de política mencionados anteriormente, los cuales, mediante diferentes tipos de intervención, estimulan el desarrollo de las iniciativas transformadoras. Esto es importante tenerlo en cuenta, ya que el

31 Con el término 'iniciativas' se hace referencia tanto a programas, proyectos o instrumentos implementados por el Gobierno nacional, departamental o municipal, orientados a resolver problemas de los ODS, como a proyectos desarrollados por comunidades organizadas o grupos sociales específicos que buscan avanzar en la misma dirección.

surgimiento del Marco 3 no implica el total desplazamiento de otros marcos de política, sino por el contrario, su complementación. Mientras las políticas inspiradas en el Marco 1 pueden enfocarse, por ejemplo, en el logro de metas específicas de los ODS mediante la generación de conocimiento y capacidades, las políticas inspiradas en el Marco 2 pueden facilitar una mayor participación de la sociedad civil en los procesos de innovación y desarrollo productivo. Como esto no será suficiente, las políticas de Marco 3 entrarán en juego para facilitar y estimular el cambio transformativo. Además, atributos de la política transformativa podrán ser incorporados en las políticas de los Marcos 1 y 2, generando aún más condiciones para el surgimiento del cambio sociotécnico.

Figura 3. Abordaje de los ODS mediante la política de innovación transformativa



Fuente: Adaptado de Schot, Johan et ál., 2018.

3/

Objetivo y principios de la política de ciencia e innovación transformativa

El objetivo de esta política nacional es «orientar la ciencia e innovación para que contribuyan en la solución de los problemas sociales, ambientales y económicos del país, desde un enfoque transformativo, es decir, actuando como catalizadores de cambio a nivel sociotécnico». Inicialmente, dichos problemas se considerarán expresados en los ODS adoptados por el Gobierno nacional como hoja de ruta para el desarrollo sostenible en el mediano y largo plazo.

Para llevar a cabo esta tarea, la política se orientará en tres direcciones: i) promover y apoyar la adopción del enfoque transformativo en el SNCTI y otros sistemas afines; ii) orientar la ciencia y la innovación nacional para el logro de los ODS; iii) promover y apoyar el despliegue del enfoque transformativo para el logro de los ODS a nivel territorial. Avanzar en cualquiera de estas direcciones implicará que las estrategias y mecanismos de implementación de la política cuenten con atributos específicos, como una forma de generar condiciones favorables para el cambio en los sistemas sociotécnicos, es decir, para la transformación.

La identificación y definición de estos atributos ha sido resultado de varios análisis: i) estudios de caso de diferentes iniciativas con potencial transformador realizados en el marco del Consorcio de Política de Innovación Transformativa[32], ii) la mentoría de proyectos en departamentos[33]; iii) entrevistas realizadas a especialistas colombianos en CTeI y desarrollo sostenible; iv) talleres al interior de Colciencias y con otros actores[34]; v) revisión de diagnósticos y propuestas para el SNCTI[35], los cuales se complementaron con la revisión de literatura relacionada[36].

32 Los estudios de caso utilizaron la metodología de historias de innovación transformativa, desarrollada en el marco del TIPC (http://tipconsortium.net/). Como resultado, se identificaron siete atributos comunes en estos casos, que indican potencial transformativo: direccionalidad, impacto sistémico, inclusión, espacio para el disenso, enfoque en grandes desafíos, aprendizaje y experimentación.

33 La red de mentorías es un ejercicio de experimentación desarrollado en el marco del proyecto del *Libro Verde 2030* por Colciencias y la Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex. En esta red se identificaron iniciativas con características transformativas en siete departamentos, a las cuales se les brindó acompañamiento para aumentar su potencial transformador. Ver: http://www.libroverde2030.gov.co

34 Se realizaron cuatro talleres en total, en los que participaron más de cien personas entre funcionarios de entidades del Gobierno nacional, agencias de CTeI regionales, investigadores y miembros de los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI).

35 Ver: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2018 y Amigos de Colciencias, 2018.

36 Ver, entre otros: Kuhlmann, Stefan y Rip, Arie, 2014; OECD, 2010; Vessuri, 2016; Cepal, 2016; Cepal, 2017 y Kallerud, Egil et ál., 2013.

Los principios de la política se convierten en ideas fundamentales que deben inspirar la acción y sin las cuales se debilita el enfoque transformativo.

Con base en estas actividades, fueron cinco los atributos identificados como esenciales para estimular, promover y facilitar procesos de cambio transformativo. Por esta razón se considera que deben ser incorporados en las diferentes iniciativas, instrumentos, programas o proyectos que implementen esta política y que estén orientados al cumplimiento de la Agenda 2030 en Colombia, o siempre que se quiera contribuir desde la CTeI a resolver problemáticas complejas. Adicionalmente, la presencia de estas características puede servir como un indicador del potencial transformador de una iniciativa impulsada por la política pública o por actores del SNCTI, incluyendo la sociedad civil.

Para destacar su importancia y facilitar su incorporación, estos atributos reciben el estatus de «principios» de la política, es decir, se convierten en ideas fundamentales que deben inspirar la acción y sin las cuales se perdería el enfoque transformativo. En consecuencia, los principios de esta política deberán ser contemplados siempre que se quiera: i) aumentar el potencial transformador de iniciativas o instrumentos ya en marcha, inclusive aquellos basadas en los Marcos 1 y 2, ii) poner en marcha nuevas iniciativas, instrumentos, programas o proyectos orientados al cumplimiento de los ODS o, iii) identificar el potencial transformador de iniciativas en curso. Es importante destacar que su aplicación no estará restringida solo desde las entidades que implementen políticas públicas de CTeI, sino por todos los actores del Sistema Nacional que desarrollen iniciativas con potencial para transformar sistemas sociotécnicos. Estos cinco principios se describen a continuación:

3.1 Direccionalidad

Se refiere a un proceso colectivo en el que se consideran diferentes alternativas, haciendo visibles las conexiones entre ellas y sus consecuencias sociales y ambientales, para orientar acciones hacia cambios necesarios y deseables en el ámbito de los ODS. Constituye el punto de partida para la política transformativa y sus instrumentos e iniciativas. Implica la creación de visiones compartidas sobre el futuro sostenible en el largo plazo.

3.2 Participación

Se refiere a la vinculación activa y al diálogo entre los diversos actores para la generación, uso y acceso al conocimiento y la innovación transformativos que contribuyan al desarrollo sostenible. Es una participación que va más allá de recibir información, abriendo espacios para influir sobre el proceso de cambio. Por diversos actores se entiende no solo a los individuos, grupos o entidades dominantes dentro del sistema sociotécnico con el que se relaciona el proceso de cambio, sino a aquellos que representan nuevas alternativas posibles y son de origen diverso, entre ellos productores, sociedad civil, usuarios, consumidores y formuladores de políticas.

Las políticas públicas deben asumir una importante responsabilidad para crear condiciones adecuadas de participación, ayudando a los actores a sortear conflictos y generar más confianza en el proceso.

3.3 Aprendizaje y experimentación

Consiste en la creación de espacios y acciones concretas que permitan procesos de reflexión, transmisión y adquisición de conocimientos y experiencias, los cuales deben ser incorporados para reafirmar o reorientar las direcciones del cambio y ajustar la política pública. Dichos procesos de reflexión pasan por repensar las formas tradicionales de entender y abordar los problemas sociales, económicos y ambientales, así como la comprensión y análisis de los sistemas sociotécnicos.

Un elemento fundamental relacionado con la experimentación es la gestión de «nichos», entendidos estos como espacios en los que se gestan o se desarrollan procesos transformativos a pequeña escala. Su desarrollo es fundamental para explorar el potencial de transformación de diferentes trayectorias posibles para el cambio, y constituyen uno de los vehículos más efectivos para construir o posicionar una práctica en los sistemas sociotécnicos actuales. Por esta razón, su identificación y protección temporal se hacen necesarias mientras alcanzan su potencial.

3.4 Interdisciplinariedad

Se entenderá como la colaboración entre distintas disciplinas y saberes para entender y buscar soluciones a problemas complejos, explorando diferentes alternativas que puedan generar cambios sociotécnicos.

3.5 Anticipación de resultados y efectos

Hace referencia a la valoración abierta y crítica de los propósitos, motivaciones e intenciones en los procesos de investigación e innovación, mediante la cual es posible establecer los impactos y límites éticos que comprometan el desarrollo sostenible. Se trata de ejercicios llevados a cabo de manera conjunta entre quienes lideran los procesos de investigación o innovación y los actores que puedan verse afectados o impactados.

La política pública juega un papel esencial en la promoción, incentivo y divulgación de este tipo de ejercicios.

4/

Lineamientos de política para un enfoque transformativo

La complejidad que implica cumplir el objetivo planteado en este *Libro Verde 2030* adoptando un nuevo enfoque de política, lleva a entender que es necesario trabajar desde una perspectiva de largo plazo, avanzando de manera progresiva en diferentes frentes. El primero de ellos es abrir espacios para la comprensión del alcance que tiene el enfoque transformativo en términos prácticos para todos los sectores y actores sociales. Por esta razón, un primer conjunto de lineamientos se da en torno a formas o métodos de trabajo para ser incorporados y a la interpretación de dicho enfoque en ámbitos específicos sobre los cuales se han despertado las mayores inquietudes durante el proceso de elaboración del *Libro Verde 2030* (sector empresarial y articulación con otras políticas públicas).

El segundo frente de trabajo consiste en la definición de acciones puntuales que permitan abrir el camino para la incorporación del enfoque transformativo, cuya profundización se dará de manera progresiva a medida que el Sistema Nacional en su conjunto experimente, aprenda y se reacomode. En este sentido, debe tenerse presente que solo una articulación y complementación apropiada de los tres marcos de política, de la I + D y los sistemas de innovación e innovación transformativa, permitirán avanzar en el logro de los ODS a partir de la ciencia, la tecnología y la innovación en el contexto colombiano.

4.1 Orientaciones para la implementación del *Libro Verde 2030*

4.1.1 Formas de trabajo

Aunque muchas iniciativas (programas o instrumentos) de política pública que están en operación no hayan sido diseñadas con un enfoque transformativo, ello no quiere decir que no tengan el potencial o que no puedan adaptarse para incorporar los principios de la política de ciencia e innovación transformativa. Para lograrlo, se plantean tres formas de trabajo, las cuales no deben entenderse de manera secuencial, pues cada una puede aplicarse de manera independiente, de acuerdo con el tipo y alcance del instrumento o programa. Asimismo, estas formas de trabajo sirven para estimular, desde el ámbito

Tabla 9. Preguntas orientadoras en el diseño de instrumentos y programas de la política

Principio	Preguntas orientadoras
Direccionalidad	¿Cómo se orienta el instrumento/programa/proyecto a desafíos sociales o ambientales específicos, por ejemplo, a algún ODS? ¿Qué alternativas fueron contempladas para abordar el desafío o proveer soluciones? ¿Fueron contempladas las implicaciones de esas posibles alternativas?
Participación	¿Qué espacios son generados para la vinculación de todos los actores interesados a lo largo del proceso? ¿Qué espacios específicos son generados para la participación de la sociedad civil y usuarios finales de la solución o cambio pretendido? ¿Qué mecanismos se han contemplado para facilitar el diálogo y la inclusión de todos los actores?
Aprendizaje y experimentación	¿Cuáles son los espacios para la reflexión sobre el avance del proceso de cambio? ¿Cómo las lecciones aprendidas, fracasos, aportes de múltiples funciones son incorporados permanentemente para el mejoramiento del instrumento/programa/proyecto? ¿De qué manera las creencias y formas de pensar pueden influenciar el ritmo del cambio o el avance de las soluciones?
Interdisciplinariedad	¿Qué espacios se propician para el diálogo entre diferentes disciplinas y saberes? ¿Se reconoce la complejidad de los problemas y se analizan desde diferentes perspectivas? ¿Se promueve la conformación de grupos de trabajo interdisciplinarios para el desarrollo de los procesos de transformación?
Anticipación de efectos	¿Se han identificado las posibles implicaciones que a nivel social, ambiental y económico tendría el avance de una solución o transformación? ¿Se informa a la sociedad sobre los posibles efectos y se toman medidas? ¿Los posibles efectos son tomados en cuenta a la hora de decidir sobre la continuidad de los procesos de cambio?

público, el desarrollo de iniciativas con potencial transformador o que apunten a la solución de problemas relacionados con los ODS y cuyo origen esté en la sociedad civil (de «abajo hacia arriba»).

i) Profundización

Esta forma de trabajo sirve para iniciativas en marcha, tanto de «arriba hacia abajo» o de «abajo hacia arriba», que ya contemplan algunos de los principios de la política transformativa y donde esfuerzos adicionales pueden aumentar el potencial transformador. Para ello, las entidades responsables trabajarán en la incorporación de los principios faltantes o más débiles de la política transformativa.

ii) Expansión

Esta forma de trabajo se recomienda para iniciativas en marcha que se hayan identificado como útiles para resolver problemas asociados a los ODS, a una escala demostrativa. Para apoyar su expansión, las entidades trabajarán para ampliar el alcance o cobertura del instrumento, programa o proyecto, bien sea en términos poblacionales, regionales o nacionales.

iii) Aceleración

Esta forma de trabajo funciona para aquellas iniciativas que tienen un potencial transformador, pero donde la velocidad a la que se da la transformación no es suficiente para alcanzar las metas establecidas para el 2030. Con el fin de estimularlas, las entidades trabajarán para generar incentivos o eliminar barreras que permitan aumentar la velocidad del proceso de cambio.

En relación con nuevos instrumentos y programas de la política, el *Libro Verde* busca que su diseño contemple la aplicación de los cinco principios de la política transformativa. Esto puede hacerse utilizando preguntas orientadoras como las que se sugieren en la tabla 9.

4.1.2 Gestión de la transición

La gestión de la transición se concentra por un lado en el desarrollo de nichos con potencial transformador y, por otro, en integrar diversos

actores con el propósito de sensibilizarlos frente al cambio, haciéndolos partícipes en los procesos de visualización de la transformación y de ejercicios piloto o experimentos.

Entendidos como espacios en los cuales se gestan o se desarrollan procesos transformativos a pequeña escala, los nichos constituyen el nivel básico para desencadenar procesos de cambio en los sistemas sociotécnicos, sobre todo si se tiene en cuenta que las soluciones a los problemas sociales, económico y ambientales que se quieren resolver podrán surgir en diferentes niveles del SNCTI y desde diferentes actores. Por estas razones los nichos reciben una atención especial en el ámbito de la política transformativa.

Como parte de la gestión de la transición, esta política plantea cinco actividades que no se excluyen mutuamente, e inclusive pueden adelantarse de manera paralela dependiendo del nivel de madurez de los nichos:

i) Identificar las áreas de aplicación o sistemas sociotécnicos que se desea transformar

La identificación de cuáles son los sistemas sociotécnicos sobre los que se quiere actuar es el punto de partida para gestionar la transición. Esta identificación puede realizarse mediante diferentes mecanismos, entre ellos, las agendas sectoriales, los planes de desarrollo territorial o ejercicios específicos, como los realizados para esta política con la consulta ciudadana «¿Qué camino cogemos?». Los ejercicios de identificación mostrarán como resultado una gran diversidad de problemáticas alrededor de las cuales deberá formularse una estrategia para estimular y gestionar los procesos de cambio transformativo.

Una vez se hayan identificado los sistemas o problemáticas en las cuales se desea trabajar, se puede proceder a mapear las iniciativas existentes y su nivel de madurez o realizar el diseño de ejercicios piloto o experimentos (ver numeral iii). Cuando no se logre mapear iniciativas fuertes que representan opciones de cambio frente a los sistemas sociotécnicos actuales pueden conformarse grupos para la transición (ver numeral iv), como mecanismo para estimular las iniciativas desde el comienzo. En el caso de que se hayan mapeado iniciativas con un mayor grado de avance, pueden realizarse pilotos o experimentos (ver numeral iii) o generar redes de apoyo (ver numeral iv).

ii) Crear grupos para la transición

Cuando se enfrentan problemas complejos como los de los ODS, las posibles soluciones pueden ser incipientes, fragmentadas o aisladas, por lo que será necesario ayudar a enmarcarlas dentro del imaginario de una posible transformación. Para ello se pueden agrupar a los actores interesados en explorar alternativas de cambio/transición en ámbitos específicos, por ejemplo, educación, salud, energía asequible, etc.

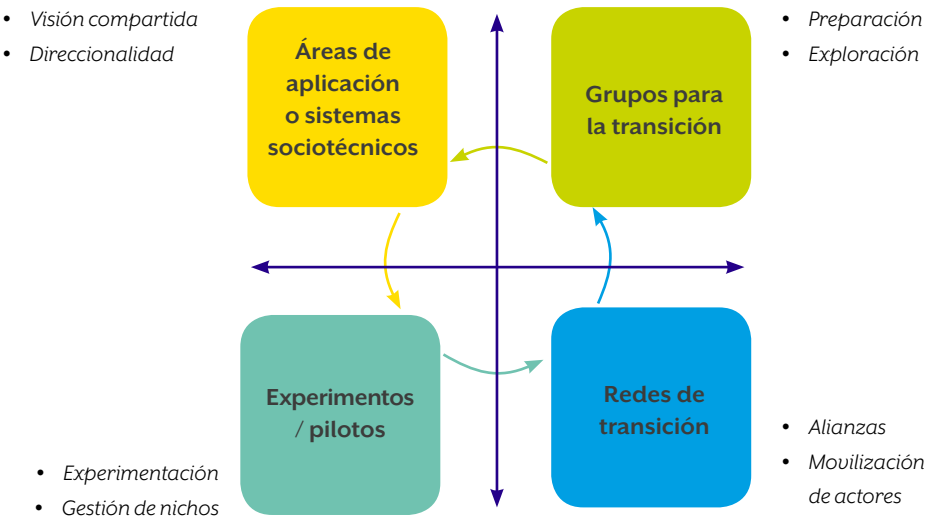
Los grupos para la transición pueden avanzar en la creación de escenarios de transición, es decir, espacios en los cuales se estructuran las transformaciones[37] mediante el diseño de futuros deseados con sus respectivas rutas y agendas. Estas últimas deben incluir las acciones que se llevarán a cabo para avanzar en una o varias de las rutas definidas. En este sentido, son un ejercicio que permite poner en práctica los principios de la política: direccionalidad, al establecer los escenarios futuros deseados; participación, con la integración de los diversos actores interesados; aprendizaje y experimentación, con el planteamiento de diferentes rutas para avanzar hacia el escenario futuro; interdisciplinariedad, al contemplar el proceso de transición en todas sus dimensiones; anticipación de efectos, al seleccionar las rutas más factibles y adecuadas.

Este grupo debe ser diverso y contar con la participación de la sociedad civil, productores, usuarios, consumidores, formuladores de política

37 Existen dos herramientas principales para facilitar la estructuración de las transiciones: prospectiva y *backcasting*, llamada en ocasiones «retrospectiva».

Entendidos como espacios donde se gestan o se desarrollan procesos transformativos a pequeña escala, los nichos constituyen el nivel básico para desencadenar procesos de cambio en los sistemas sociotécnicos.

Figura 4. Acciones para la gestión de la transición



Fuente: Adaptado de Frantzeskaki et ál., 2017.

y en general, agentes de cambio[38]. Esto puede ocurrir a nivel nacional, con la identificación de grandes sistemas sociotécnicos, pero también a nivel regional, donde pueden surgir alianzas entre diferentes proyectos y actores comprometidos con el cambio.

iii) Realizar experimentos o pilotos

Los experimentos son espacios donde los usuarios y los diseñadores de políticas, programas y proyectos, pueden interactuar, aprender, articular procesos y construir redes en torno al diseño técnico, preferencias del usuario, regulaciones, requisitos de infraestructura y significados culturales[39] de las soluciones o cambios que se buscan.

Una característica fundamental de los experimentos es que deben contar con espacios para el error, la reflexión y el aprendizaje. Solo de esa manera podrán generarse resultados que sean adaptables, transferibles y escalables[40]. Estos son aspectos de gran relevancia en el ámbito colombiano, donde existe una gran diversidad de contextos y experiencias regionales que pueden ser transferidas para su adaptación.

iv) Apoyar redes de transición

Las redes, en este caso, están constituidas por un conjunto de nichos, cercanos o distantes espacialmente, que comparten visiones de futuro. Ellas permiten, por ejemplo, codificar y formular mejores prácticas, y conectar un conjunto amplio y diverso de actores mediante la transferencia de diferentes formas de conocimiento.

Para la creación y dinamización de estas redes se requiere la presencia de intermediarios o movilizadores, quienes ayudarán a conectar ideas y proyectos regionalmente dispersos, reunir usuarios y ayudar a establecer nuevos sistemas emergentes. Además, pueden promover experimentos y coordinar proyectos, agregar conocimientos, ayudar en la movilización de recursos, entre otros.

38 Los agentes de cambio son personas o entidades que promueven y permiten que ocurran cambios dentro de un grupo, organización o sistema social.

39 Ver: Rip, Arie y Kemp, René, 1998 y Geels, Frank y Raven, Robs, 2006.

40 Ver: Luederitz et ál. 2017.

Las acciones descritas arriba son sintetizadas en la figura 4, en la página anterior.

4.1.3 El sector empresarial en la política de ciencia e innovación transformativa

El *Libro Verde 2030* plantea que el logro de los ODS, desde una perspectiva de transformación, excede el alcance sectorial y constituye un desafío para los gobiernos, para la sociedad civil, para la academia y el sector productivo. Adicionalmente, implica introducir cambios a nivel de sistemas sociotécnicos, donde los bienes y servicios suministrados por el sector empresarial, así como las formas de comercialización y producción empleadas son, entre otros, parte esencial de esa construcción. En este sentido, ni el logro de los ODS ni el cambio sociotécnico es posible si no se cuenta con la vinculación activa de las empresas, públicas y privadas, de todos los tamaños y en todos los sectores.

Con respecto a la aproximación del sector empresarial colombiano a la Agenda 2030, la consulta ciudadana «¿Qué camino cogemos?» mostró que el 92 % de los cerca de 18 000 empresarios que respondieron a las preguntas, manifestaron desarrollar actividades relacionadas con el logro de los ODS, siendo las principales: i) nuevos modelos de negocios sostenibles, ii) integración de criterios de sostenibilidad en los procesos y actividades empresariales; iii) cooperación con otras empresas y actores para el desarrollo de soluciones a problemáticas sociales y ambientales[41]. Esto puede entenderse como una gran disposición por parte del sector productivo para contribuir en el logro de los ODS.

Con base en lo anterior y considerando, además, la participación empresarial en otras políticas nacionales como la de Desarrollo Productivo (CONPES 3866 de 2016) y la de Crecimiento Verde, en el marco de la política de ciencia e innovación transformativa, las empresas y los emprendedores están llamados prioritariamente a:

i) Explorar nuevas oportunidades empresariales para aportar en las soluciones a los problemas expresados en los ODS, mediante el desarrollo de innovaciones que respondan a criterios de sostenibilidad y representen oportunidades de diversificación del aparato productivo.

ii) Desarrollar nuevos modelos de negocio sostenibles, para introducir al uso, las soluciones a problemáticas relacionadas con los ODS.

iii) Incorporar tecnologías verdes que permitan mejorar la productividad empresarial con criterios de sostenibilidad, así como prácticas empresariales responsables y sostenibles, no solo en términos ambientales, sino también sociales y económicos.

iv) Hacer parte de la coconstrucción de formas alternativas y sostenibles para proveer bienes o servicios, por ejemplo, mediante la interacción con diversos actores (usuarios, científicos, hacedores de política) para desarrollar diseños técnicos, identificar necesidades de infraestructura o regulación, redefinir significados culturales, entre otros. De esta manera se contribuye a la diversificación del aparato productivo.

4.1.4 Despliegue regional de la política de ciencia e innovación transformativa

Las regiones, entendidas como todas las formas de organización territorial dentro del país, tendrán un papel vital en la interpretación del enfoque transformativo para trabajar de manera

El logro de los ODS, desde una perspectiva de transformación, excede el alcance sectorial y constituye un desafío para los gobiernos, para la sociedad civil, para la academia y el sector productivo.

41 Las respuestas de los empresarios a la consulta ciudadana «¿Qué camino cogemos?», incluidas las demás acciones desarrolladas, pueden consultarse en la página web de Colciencias en la sección «La ciencia en cifras»: http://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/que-camino-cogemos/ods-empresarios

La cercanía de actores en espacios geográficos donde las problemáticas son similares favorece procesos más participativos, para que soluciones sostenibles y ajustadas a las condiciones del territorio emerjan.

conjunta con Colciencias en su implementación. En primer lugar, porque la cercanía de actores en espacios geográficos donde las problemáticas son similares favorece procesos más participativos, para que soluciones sostenibles y ajustadas a las condiciones del territorio emerjan. En segundo lugar, por la relevancia que han ganado la ciencia y la innovación en las regiones a partir de la asignación de recursos específicos para su fortalecimiento a través del Fondo de CTeI del Sistema General de Regalías[42]. En ese escenario ha sido posible avanzar en la consolidación de una gobernanza que puede aumentar de forma notable el potencial de la ciencia e innovación para el logro de los ODS con un enfoque transformativo a nivel regional, como se señala a continuación:

i) Los CODECTI, órganos de articulación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación[43], que se consolidan como la instancia asesora de los gobiernos departamentales para la formulación, implementación y gestión de sus políticas de CTeI (art. 2, Decreto 584 de 2017)[44], garantizan la representación de los diferentes sectores de la sociedad, lo cual favorece la creación de visiones compartidas en materia de CTeI y un mayor compromiso de todos los actores.

ii) Los Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales (PAED)[45], que como ejercicios regionales de planificación, permiten la priorización de la inversión de acuerdo con las necesidades de desarrollo regional y en articulación con las metas de la política nacional de CTeI, las cuales pueden ser interpretadas a la luz de los ODS.

iii) Las agendas integradas de competitividad, ciencia, tecnología e innovación, concebidas como el mecanismo para llevar a la práctica el propósito de integrar las agendas de trabajo del SNCTI con el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación[46] y que «contienen los proyectos prioritarios de carácter transversal y apuestas sectoriales identificadas por las regiones para sofisticar el aparato productivo»[47], son un mecanismo estratégico para articular el trabajo de los actores alrededor de la solución de problemáticas asociadas a los ODS en los territorios.

4.1.5 Vínculos con otras políticas

El *Libro Verde 2030* tiene distintas conexiones con otras políticas de desarrollo del país. Las principales son la Política de Desarrollo Productivo, la Misión de Crecimiento Verde y el CONPES 3918, relacionado con los ODS. Con la Política de Desarrollo Productivo comparte la necesidad de diversificación de actividades económicas y los problemas de articulación entre entidades gubernamentales y el sector privado. También comparte la necesidad de regionalización de la política pública en un país tan diverso como Colombia y la necesidad de mejorar las condiciones para la innovación y el emprendimiento. A esto, el *Libro Verde* añade que el crecimiento económico y la productividad deben ser vistos desde un contexto de sostenibilidad social y ambiental, considerando

42 Ley 1530 de 2012, por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. Disponible en: https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=EZij8T5b0Jc%3D&tabid=95&mid=517

43 Artículo 19 de la Ley 1286 de 2009, 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. Disponible en: http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley_1286_2009.pdf

44 Decreto 584 de 2017, por el cual se reglamentan los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI). Disponible en: http://www.colciencias.gov.co/normatividad/decreto-584-2017

45 Los PAED son el instrumento con el cual el territorio y la nación se ponen de acuerdo y articulan esfuerzos y recursos para priorizar, concretar y armonizar sus planes de CTeI. Asimismo, se presentan como el mecanismo para priorizar proyectos estratégicos y de impacto para los departamentos que estén en armonía con las metas de CTeI del país. Ver: http://www.colciencias.gov.co/portafolio/gestion-territorial/planes-de-acuerdo/paeds-ctei

46 Artículo 186 de la Ley 1753 de 2015.

47 Ver: http://www.colombiacompetitiva.gov.co/sncei/Paginas/Agendas-Integradas-Departamentales-CCTI.aspx

estos componentes con el mismo nivel de importancia que los económicos. Además, la introducción del concepto de sistemas sociotécnicos amplía el espectro de la política y convoca a los diferentes actores a participar en la transformación, que bien puede ser lograda mediante estrategias responsables en términos ambientales y sociales.

La misión de crecimiento también muestra que además de la política fiscal y económica es necesario emprender políticas transversales para estimular el crecimiento verde de manera sistémica, mediante la innovación y la investigación. Para esto, la misión identificó actores necesarios relacionados con CTeI para el desarrollo sostenible e identificó instrumentos técnicos y financieros, incluyendo los de Colciencias, favorables para el crecimiento verde. Dos falencias importantes fueron identificadas por la misión de crecimiento verde: i) que algunos de estos instrumentos tienen una relación directa con el crecimiento verde, pero su potencial para aportar por medio de CTeI está aún por desarrollar y, ii) que la CTeI del país carece de una misión determinada para aportar al crecimiento verde, aunque tiene potencial para ello. El *Libro Verde 2030* es una propuesta para avanzar en estas dos direcciones mediante el planteamiento de formas para diseñar políticas e instrumentos de CTeI relacionados con el desarrollo sostenible y la elaboración de un marco conceptual para entender el rol de la CTeI en los retos sociales, económicos y ambientales, algunos de los cuales trascienden el logro del crecimiento verde.

El CONPES 3918, «Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia», es un esfuerzo nacional que identifica estrategias para lograr la Agenda 2030 en el país. Para esto, establece una línea base de indicadores nacionales y traza metas claras, con responsabilidades institucionales. Además de esto, plantea un plan de fortalecimiento estadístico, una estrategia territorial y la necesidad de alianzas para el logro de las metas de la Agenda 2030. Dentro de ellas está la alianza por el conocimiento, que será liderada por Colciencias, la cual busca crear un espacio para que la academia, el sector privado, el gobierno y otros grupos de ciudadanos construyan conocimiento para contribuir al desarrollo sostenible. Además, el *Libro Verde* aporta una perspectiva para comprender y abordar la Agenda 2030 en su conjunto, convocando a los diferentes actores y contribuyendo mediante formas de trabajo y organización para el logro de los objetivos y metas.

En los últimos años hemos visto cómo las regiones han tomado la iniciativa de pensar sus políticas de CTeI. Por ejemplo, la Política Pública en Ciencia, Tecnología e Innovación para el Valle, que incorpora principios de sostenibilidad. Bogotá también está construyendo una política de CTeI que contiene principios transformativos para el desarrollo sostenible. De manera similar, la política de Medellín se pensó hacia grandes desafíos en tres temas: energía, salud y tecnologías de la información y la comunicación, entre otros. Así, se identificó que la preocupación por la sostenibilidad y los grandes desafíos está en la agenda de las políticas regionales. En este sentido, el *Libro Verde 2030* refuerza esta perspectiva y provee un marco para la implementación de las políticas a nivel regional.

4.2 Acciones de política

4.2.1 Para la adopción del enfoque transformativo

- Colciencias continuará participando como miembro del Consorcio de Política de Innovación Transformativa durante su programa de trabajo a cinco años. En el marco de este programa integrará actores del SNCTI para avanzar en los siguientes frentes: i) desarrollo de un programa y red de investigación del TIPC, ii) desarrollo de capacidades y programa de capacitación para la innovación transformativa

El *Libro Verde* añade que el crecimiento económico y la productividad deben ser vistos desde un contexto de sostenibilidad social y ambiental, considerando estos componentes con el mismo nivel de importancia que los económicos.

Tabla 10. Formas de trabajo para conducir instrumentos de Colciencias hacia el enfoque transformativo

Instrumento	Profundizar	Expandir	Acelerar
Beneficios tributarios	✓		
Sistemas de innovación (gestión de la innovación)	✓		
Transferencia de conocimiento y tecnología (Convenio 700 y 701, cofinanciación, línea crédito Bancoldex)	✓		✓
Ecosistema Científico	✓		
Convocatorias de investigación aplicada	✓	✓	
A Ciencia Cierta		✓	✓
Ideas para el Cambio		✓	✓
Colombia Bio		✓	

enfocada a investigadores y formuladores de políticas, iii) desarrollo de herramientas para la experimentación en la política y, iv) desarrollo de nuevas prácticas, técnicas y métricas de evaluación del cambio sociotécnico y la política transformativa.

- Promover la integración sistemática en las distintas instancias de gobernanza de la CTeI a nivel nacional y regional (Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación, Comisión Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación, los CODECTI, las Comisiones Regionales de Competitividad, los Comités Universidad-Empresa-Estado, entre otros), para llevar a cabo reflexiones y análisis similares a los realizados para la construcción de esta política (consultas ciudadanas, conversatorios, estudios específicos, entre otros), con el propósito de acompañar la implementación de la Agenda 2030, articular las distintas organizaciones que lo hacen y ampliar la comprensión del papel que juegan la ciencia y la innovación en la generación de transformaciones en el ámbito de los ODS, e informar el avance de la política pública.
- Colciencias impulsará el desarrollo de iniciativas (tanto «de abajo hacia arriba» como «de arriba hacia abajo») con potencial para contribuir a transformaciones sociotécnicas, atendiendo los principios de la política transformativa con el fin de incorporar los elementos necesarios para crear condiciones favorables para el cambio. Para ello, en coordinación con los demás actores del SNCTI diseñará e implementará un nuevo portafolio de instrumentos de fomento, con el que se atiendan las necesidades de los procesos de cambio sociotécnico en sus diferentes etapas y dimensiones.
- Con el propósito de conducir de manera gradual algunos de sus principales instrumentos hacia el enfoque transformativo, Colciencias identificó su potencial transformador basándose en la presencia o ausencia de elementos relacionados con los principios de la política transformativa. A partir de este ejercicio se proponen las formas de trabajo a ser adoptadas en el corto y mediano plazo, como se muestra en la siguiente tabla.
- Con el propósito de que los actores del SNCTI[48] y las demás instituciones de Gobierno identifiquen el potencial transformador en sus instrumentos de política y tomen medidas para incorporar los

Colciencias impulsará el desarrollo de iniciativas con potencial para contribuir a transformaciones sociotécnicas, atendiendo los principios de la política transformativa.

48 Con él ánimo de visibilizar los diferentes actores que hacen parte del SNCTI, Colciencias promulgó en el año 2016 la Política nacional de actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Ver: http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/politiciadeactores-snctei.pdf

principios de la política transformativa, Colciencias creará al interior de la institución un grupo de trabajo que ayudará a orientar estos procesos y generar capacidades en las diferentes entidades.

- Colciencias, como entidad encargada de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política del Estado en CTeI[49] deberá repensarse y pasar por un rediseño institucional que le dé acceso a las herramientas necesarias para enfrentar las responsabilidades y desafíos de la política transformativa. Este rediseño institucional contemplará no solo aspectos concernientes a la arquitectura organizacional, sino que también estará enfocado en garantizar la existencia de capacidades humanas que puedan impulsar procesos de cambio transformativo.

4.2.2 Para orientar la investigación y la innovación hacia los ODS

- Colciencias, en diálogo con los actores del SNCTI y otros sectores relacionados, llevará a cabo un rediseño de los Programas Nacionales de CTeI alrededor de los ODS, con el objetivo de orientar recursos (humanos, físicos y financieros) hacia grandes iniciativas de I + D + i, que apalanquen cambios transformativos en las problemáticas allí priorizadas. Este rediseño atenderá los principios de direccionalidad, participación, aprendizaje y experimentación, interdisciplinariedad y anticipación de resultados y efectos. En el marco de estos nuevos programas nacionales serán diseñadas agendas quinquenales de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, contando con la participación de los diversos grupos poblacionales.
- El rediseño de los Programas Nacionales de CTeI y sus respectivas agendas quinquenales deberán contemplar la organización y el fomento de la investigación básica como fundamento para la generación del conocimiento de frontera, el cual permitirá, en el largo plazo, desarrollar soluciones innovadoras a las problemáticas priorizadas en la Agenda 2030.
- Colciencias, en diálogo con los actores del SNCTI, estructurará los Programas Especiales de Ciencia e Innovación (PECI), con el propósito de articular recursos humanos, físicos y financieros para atender intereses regionales con impacto nacional. Los PECI crearán condiciones para alcanzar economías de escala, establecer conexiones entre problemáticas en diferentes puntos del territorio nacional y generar vínculos con otras iniciativas o programas nacionales de ciencia e innovación.
- Colciencias creará un programa nacional para orientar la investigación y el desarrollo de tecnologías de frontera que contribuyan en la solución de los problemas del desarrollo sostenible, expresados en la Agenda 2030. Este programa será interdisciplinario e intersectorial, y realizará ejercicios de prospectiva para explorar las posibles áreas de aplicación, anticipar sus posibles efectos y tomar decisiones al respecto. Entre otros, el programa contemplará un aprovechamiento efectivo de transferencia de tecnología para el desarrollo de capacidades nacionales, así como mecanismos de cooperación, colaboración científica y acceso a tecnologías de frontera existentes.
- Basado en el principio de experimentación, Colciencias liderará la creación de grupos de transición en los seis ODS que

Colciencias, en diálogo con los actores del SNCTI y otros sectores relacionados, llevará a cabo un rediseño de los Programas Nacionales de CTeI.

49 Artículo 5, capítulo II de la Ley 1286 de 2009.

Colciencias trabajará en la consolidación de una red de investigadores y gestores de política transformativa de ciencia e innovación.

fueron señalados como de mayor nivel de urgencia por los ciudadanos, empresarios e investigadores, como una forma de explorar las transformaciones deseadas y necesarias. Estos ODS son: educación (4), agua limpia y saneamiento (6), acción por el clima (15), salud y bienestar (3), vida de ecosistemas terrestres (15) y fin de la pobreza (1). El aprendizaje derivado de estos experimentos se convertirá en referente para iniciar grupos de transición en otros ODS.

- Colciencias, en articulación con las demás entidades a nivel nacional y regional que promueven la innovación empresarial, incentivará procesos de I + D empresarial y la introducción de innovaciones en el ámbito de los ODS tipo 1 (ODS 3, 9, 4, 11, 6, 14, 7, 15) y que estén direccionados a contribuir en el logro de los ODS tipo 2 (ODS 1, 2, 5, 8, 10, 12, 13).
- Colciencias convocará a otras entidades del orden nacional y regional para diseñar y poner en marcha un programa nacional para el escalamiento y aceleración de tecnologías verdes que mejoren la productividad empresarial de manera sostenible y que contribuyan a la sofisticación y diversificación del aparato productivo.
- Para avanzar progresivamente en la adopción de un enfoque transformativo, entendiendo las implicaciones que la incorporación de nuevos criterios y formas de trabajo tienen sobre el Sistema, deberá adelantarse en la exploración de nuevas metodologías de medición, seguimiento y acompañamiento a actores del SNCTI, para que sean coherentes con dicho enfoque.
- Colciencias trabajará en la consolidación de una red de investigadores y gestores de política transformativa de ciencia e innovación con tres propósitos: i) ampliar la comprensión de los procesos de cambio transformativo mediante la generación de conocimiento, ii) apoyar la implementación del enfoque transformativo a nivel regional, local y entre diversos actores y, iii) generar espacios de reflexión y de identificación de buenas prácticas para estimular la trasformación.
- Se propondrá una nueva arquitectura institucional que estimule el crecimiento y la consolidación de los institutos y centros públicos de investigación que existen en el país, adscritos o vinculados a diferentes entidades del Gobierno nacional. Esta arquitectura deberá consolidar su liderazgo en temas estratégicos para la solución de los problemas sociales, ambientales y económicos del país y facilitar su articulación con los centros e institutos privados. La estructuración de una propuesta para esta nueva arquitectura será coordinada por Colciencias y los propios institutos, en el marco de la Comisión Nacional de Institutos de I + D + i.

4.2.3 Para el despliegue regional de la política

- Colciencias creará una estrategia de acompañamiento a los CODECTI, para que se conviertan en espacios de liderazgo regional en la consolidación del enfoque transformativo para la solución de los desafíos sociales, económicos y ambientales que enfrentan las distintas regiones del país. Esta estrategia incluirá, entre otras: i) la elaboración de documentos orientadores para la reinterpretación e incorporación de la política transformativa a nivel departamental y local y, ii) la generación de espacios para el intercambio de experiencias y conocimiento entre los CODECTI.
- Para la adopción de un enfoque transformativo a nivel regional, se recomienda a los Gobiernos regionales, los CODECTI

y demás actores regionales que desean vincularse a la implementación del Libro Verde 2030:

» Trabajar en la identificación e interpretación de los desafíos presentados por los ODS a nivel territorial, reconociendo que las manifestaciones y urgencias de las problemáticas varían de un territorio a otro. Para ello, ejercicios participativos como el de la consulta ciudadana pueden ser ampliados y profundizados[50]. Asimismo, la información generada por el DNP sobre el estado de los ODS a nivel departamental constituye una referencia importante[51].

» Incorporar el logro de los ODS mediante un enfoque transformativo en las políticas de ciencia e innovación y los instrumentos de planificación regional como los PAED y las agendas integradas de competitividad, ciencia, tecnología e innovación, de manera que canalicen los esfuerzos regionales con esos propósitos. Para ello, se espera que las políticas regionales de CTeI que sean formuladas en adelante incorporen los principios y lineamientos planteados en este *Libro Verde*. En el caso de políticas ya formuladas, será pertinente su actualización, de manera que puedan introducirse dichos principios y lineamientos.

» Definir estrategias para la identificación, gestión y acompañamiento de nichos con potencial transformador en el ámbito de los ODS a nivel regional, de acuerdo con lo desarrollado en la sección «Gestión de la transición» (p. 44). Estas estrategias pueden incluir, entre otros, la adaptación o creación de agentes especializados o intermediarios que trabajen de manera cercana con los diferentes actores para desarrollar, por ejemplo, las siguientes actividades: promover y guiar experimentos de política, conectar nichos, promover su crecimiento y movilizar recursos para ello.

4.2.4 Indicadores de seguimiento

En la tabla 11 se proponen indicadores que permitan verificar el avance en la implementación de las acciones de política aquí señaladas. No obstante, este conjunto de indicadores no es exhaustivo toda vez que se planea el diseño de una estrategia de evaluación detallada.

Tabla 11. Indicadores de avance

	Indicadores de avance	Meta 2021	Meta 2025	Meta 2029
Adopción del enfoque transformativo en el SNCTI y otros sistemas afines	Actores/entidades que adoptan los cinco principios de la política transformativa	20	40	70
	Experimentos de política transformativa	7	14	50
	Consultas ciudadanas para apoyar la toma de decisión	2	5	10
	Propuesta para el rediseño institucional de Colciencias	100 %	-	-
Orientación de la ciencia y la innovación nacional para el logro de los ODS	Rediseño de Programas Nacionales de CTeI	100 %	-	-
	Agendas quinquenales de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación	5	5	5
	Tecnologías verdes apoyadas	50	110	200
	Grupos de transición creados	6	12	15
	Modelos de medición y seguimiento ajustados	40 %	70 %	100 %
	Miembros de la red de investigadores y gestores de política transformativa de ciencia e innovación	30	60	100
Apoyo al despliegue del enfoque transformativo para el logro de los ODS a nivel territorial	Estrategia de acompañamiento a los CODECTI	100 %	-	-
	PAED que priorizan inversiones para el logro de los ODS	33	33	33
	Agentes especializados o intermediarios para el apoyo a nichos	10	15	28
	Nichos transformativos apoyados	20	50	100

50 Los resultados departamentales de la consulta «Qué camino cogemos» pueden ser consultados en la página web de Colciencias, en la sección «La ciencia en cifras»: http://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/que-camino-cogemos/ods-empresarios

51 El avance departamental en el logro de las metas nacionales para los ODS se puede consultar en: https://www.ods.gov.co/departments.

Colciencias estima que la inversión nacional en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) debe alcanzar al menos el 1,5 % del PIB para el año 2022 y el 2,5 % en 2030.

Tabla 12. Estimaciones de la inversión nacional en CTeI y presupuesto de Colciencias

	2019	2022	2030
ACTI como % PIB	1 %	1,5 %	2,5 %
ACTI pública	40 %	40 %	40 %
ACTI privada	60 %	60 %	60 %
Presupuesto de Colciencias	700 mil millones de pesos	1,5 billones de pesos	5,5 billones de pesos

Nota: Las estimaciones asumen un crecimiento del PIB del país en 2018 del 2,5 %, desde 2019-2024 del 3 % y de 2025-2030 del 3,5 %. El presupuesto de Colciencias se estima como el 50 % de la inversión pública en ACTI. Fuente: Oficina Asesora de Planeación, Colciencias.

4.3 Orientaciones para la financiación de la ciencia y la innovación

Estimaciones de la ONU muestran que para lograr los objetivos de la Agenda 2030 los países en desarrollo deben invertir alrededor de 4.5 trillones de dólares anuales. Sin embargo, la brecha de inversión calculada es de 2.5 trillones de dólares anuales, lo que muestra la falta de recursos dedicados a ese propósito (UNCTAD, 2014). Parte de los recursos necesarios corresponden a inversiones en CTeI, las cuales han presentado históricamente bajos niveles en esos países. En Colombia, la inversión en CTeI está por debajo tanto del promedio de la OCDE como del promedio latinoamericano, lo que indica una baja disponibilidad de recursos para lograr las transformaciones necesarias para alcanzar la Agenda 2030. Para implementar el enfoque transformativo que está planteado en este documento de política y que apunta al logro de dicha Agenda, se requiere aumentar de manera considerable la inversión tanto pública como privada. Colciencias estima que la inversión nacional en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) debe alcanzar al menos el 1,5 % del PIB para el año 2022 y el 2,5 % en 2030. El presupuesto de Colciencias debe ser de al menos 700 mil millones de pesos en 2019. Adicionalmente, se espera estabilizar una participación de inversión privada de 60 % y 40 % pública a partir de 2019. La tabla 12 muestra las estimaciones.

Con base en lo anterior, Colciencias presentará las estimaciones y propuestas necesarias para alcanzar esta inversión al Gobierno nacional.

Además, para imprimir direccionalidad a la inversión de los recursos arriba señalados, así como ampliar su alcance e impacto, se requiere poner en marcha lo establecido en la Ley 1286 de 2009 en lo referente a la elaboración de un marco de inversión en ciencia, tecnología e innovación, que permita identificar y articular todos los recursos que son destinados a la CTeI por las entidades del Gobierno nacional.

4.4 Orientaciones para la evaluación del *Libro Verde 2030*

La evaluación en el contexto de la política transformativa es un proceso constante que debe servir no solo para hacer auditoría del uso de los recursos y verificar el cumplimiento de lo propuesto, sino también para aprender y tomar decisiones que mejoren su implementación. Una evaluación de este tipo debe partir del objetivo que la política persigue, el cual es «orientar la ciencia e innovación para que contribuyan en la solución de los problemas sociales, ambientales y económicos del país, actuando como catalizadores de cambio a nivel sociotécnico» (ver capítulo 3). Este objetivo, entonces, es el foco amplio de evaluación de la política.

Dado que la implementación de la política planteada en el *Libro verde* se extiende hasta 2030, se debe diseñar un plan de evaluación que exceda en al menos dos años esa fecha. Dos tipos de evaluaciones deben ser ejecutados en este plazo. El primero de ellos, formativo, que tiene como objetivo generar conocimiento para mejorar la implementación de la política. El segundo, sumativo o de evaluación de resultados, que tiene como objetivo examinar el logro de las acciones planteadas en este *Libro Verde*. En principio, se propone que las evaluaciones formativas tengan un ciclo de dos años y se hagan tres de resultados: la primera en 2022, la segunda en 2026 y la tercera en 2031.

Teniendo en cuenta lo anterior, Colciencias diseñará, en el marco del TIPC y mediante la interacción con investigadores y especialistas colombianos, un plan de evaluación formativa y uno de resultados. El plan de evaluación de resultados debe construirse con base en el logro de las acciones planteadas en el *Libro verde 2030* y el plan de evaluación formativa debe concentrarse en analizar los procesos de incorporación de principios en la política pública, la realización de experimentos, la implementación de acciones de profundización, expansión y aceleración y el trabajo con grupos de transición. Además, los planes deben contemplar las maneras en que la información de las evaluaciones será divulgada y apropiada por Colciencias y los demás actores que participan en la implementación de la política.

Referencias

Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Físicas, 2018. *Desafíos 2030*. Paipa. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1r4uWWMd5wZbxhjrKSKtvalv842XfvyEW/view

Amigos de Colciencias, 2018. *Diez propuestas cruciales para una Colombia mejor*. Disponible en: http://www.lalinternaazul.info/2018/05/19/diez-propuestas-cruciales-para-una-colombia-mejor/

CEPAL, 2016. *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

CEPAL, 2017. *Financiamiento de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Colciencias, 2010. *Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación*. Bogotá: Colciencias.

Conpes 3582 de 2009.

Conpes 3866 de 2016.

Conpes 3918 de 2018.

Decreto 280 de 2015.

Diercks, Gijs; Larsen, Henrik y Steward, Fred, 2016. *International Cooperation for Transformative Innovation Policy, Centre for Environmental Policy*. Documento presentado en la Conferencia EU-STI, Lund.

Elsevier, 2018. *Analysis of research related to the sustainable development goals*. Informe preparado para Colciencias. Bogotá.

European Commission, 2015. *The role of science, technology and innovation policies to foster the implementation of the Sustainable Development Goals. Directorate-General for Research and Innovation*. Unión Europea.

Frantzeskaki, Niki; Coenen, Lars; Castán Broto, Vanesa y Loorbach, Derk, 2016. *Governing Urban Sustainability Transitions. Inspiring Examples, Drift Report*. Disponible en: https://drift.eur.nl/publications/governing-urban-sustainability-transitions-inspiring-examples/

Fukuda-Parr, Sakiko; Yamin, Alicia y Greenstein, Josuha, 2014. «The power of numbers: a critical review of millennium development goal targets for human development and human rights». En: *Journal of Human Development and Capabilities*, 15 (2-3), pp. 105-117.

Gallopín, G. (2001). Science and technology, sustainability and sustainable development. CEPAL. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/31809/S02157.pdf?sequence=1

Geels, Frank y Raven, Rob, 2006. «Non-linearity and Expectations in Niche-Development Trajectories: Ups and Downs in Dutch Biogas Development (1973–2003)». En: *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 18 (3-4), pp. 375-392.

Geels, Frank y Deuten, Jasper, 2006. «Local and global dynamics in technological development: A socio-cognitive perspective on knowledge flows and lessons from reinforced concrete». En: *Science and Public Policy*, 33 (4), pp. 265-275.

Grin, John; Rotmans, Jan y Schot, Johan, 2010. *Transitions to Sustainable Development: New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*, Nueva York.

International Council for Science e International Social Science Council, 2015. *Review of the Sustainable Development Goals: The Science Perspective. Paris: International Council for Science.*

Kallerud, Egil; Amanatidou, Effie; Upham, Paul; Nieminen, Mika; Klitkou, Antje; Sutherland Olsen, Dorothy; Toivanen, María Lima; Oksanen, Juha y Scordato, Lisa, 2013. *Dimensions of Research and Innovation Policies to Address Grand and Global Challenges. Working paper.* Oslo: Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning. Disponible en: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2358601/NIFUworkingpaper2013-13.pdf?sequence=1

Kemp, René; Schot, Johan y Hoogma, Remco, 2007. *Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of Strategic Niche Management, Technology Analysis and Strategic Management.*

Kuhlmann, Stefan y Rip, Arie, 2014. *The challenge of addressing Grand Challenges.* Disponible en: https://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/expert-groups/The_challenge_of_addressing_Grand_Challenges.pdf

Ley 29 de 1990.

Ley 1286 de 2009.

Ley 1530 de 2012.

Luederitz et al. (2017). Learning through Evaluation – A Tentative Evaluative Scheme for Sustainability Transition Experiments. Journal of Cleaner Production, 169, 61-76.

Lundin, Nannan y Schwaag, Sylvia, 2017. *Agenda 2030 and a Transformative Innovation Policy. Conceptualising and Experimenting with Transformative Changes towards Sustainability.*

Meadows, D.; Randers, J. y Behrens, W., 1972. *Los límites del crecimiento.* México D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Ministerio de Educación, 1994. *Colombia al filo de la oportunidad. Recomendaciones de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

OECD, 2010. *The OECD innovation strategy: getting a head start on tomorrow.* París: OECD

OECD, 2016. *Better Policies for Sustainable Development 2016: A New Framework for Policy Coherence.* OECD: París. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1787/9789264256996-en

OECD, 2017. «Open research agenda setting». En: *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, n.º 50. París: OECD Publishing. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1787/74edb6a8-en

ONU, 2015. *Transformando nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.*

ONU, 2016. *Annex IV. Final list of proposed Sustainable Development Goal indicators. Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators.*

Ramírez, Álvaro, 2017. *TIPC Country Report: Colombia.*

Rip, Arie y Kemp, René, 1998. «Technological Change». En: Rayner, Steve y Malone, Elizabeth, 1998. *Human choice and climate change: Resources and technology (Volume II)*. Columbus OH: Battelle Press, pp. 327- 399.

Schot, Johan y Geels, Frank W., 2008. «Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda and policy». En: *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 20 (5), pp. 537-554.

Schot, Johan; Ramírez, Matías; Boni, Alejandra; Steward, Fred, 2018. *Addressing SDGs Through Transformative Innovation Policy.*

Schot, Johan y Steinmueller, Edward, 2018. Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change, SPRU, University of Sussex Working paper, 28 November 2017; accessed at www.tipconsortium.net. Forthcoming in Research Policy in 2018.

UNCTAD, 2014. *World Investment Report 2014. Investing in the SDG: an action plan*. Naciones Unidas. Disponible en: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2014_en.pdf

UNCTAD, 2018. *Technology and Innovation Report 2018. Harnessing Frontier Technologies for Sustainable Development*. Naciones Unidas. Disponible en: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/tir2018_en.pdf

Vessuri, Hebe, 2016. *La ciencia para el desarrollo sostenible*. Montevideo: UNESCO.

Weiss, Carol, 1997. «How Can Theory-Based Evaluation Make Greater Headway?». En: *Evaluation Review,* 21(4), pp. 501-524.

Este libro se terminó
de imprimir en julio de
2018 en los talleres de
Panamericana Formas
e Impresos SA.