

# INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN COLOMBIA: BALANCE, PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA, 2014-2018

Hernando José Gómez  
Daniel Mitchell

Edición Convocatoria  
Germán Botero de los Ríos  
Debates Presidenciales 2014

Marzo, 2014

CUADERNOS  
FEDESARROLLO  
50

**Cuadernos de Fedesarrollo**  
Número cincuenta

## Cuadernos de Fedesarrollo

- 1 Tasa de cambio en Colombia  
*Mauricio Cárdenas*
- 2 Los dólares del narcotráfico  
*Roberto Steiner*
- 3 Perspectivas de la industria aseguradora: 1997-2010  
*Natalia Salazar - Sandra Zuluaga*
- 4 Salud, educación y desempleo. Diagnóstico y recomendaciones  
Proyecto Agenda Colombia I  
*Mauricio Reina - Denisse Yanovich*
- 5 Infraestructura, orden público y relaciones internacionales.  
Diagnóstico y recomendaciones - Proyecto Agenda Colombia II  
*Mauricio Reina - Denisse Yanovich*
- 6 Tributación en Colombia  
*Roberto Steiner - Carolina Soto*
- 7 Las aseguradoras y el régimen de inversión  
*María Angélica Arbeláez - Sandra Zuluaga*
- 8 Petróleo y región: el caso del Casanare  
*Alejandro Gaviria - Adriana González - Juan Gonzalo Zapata*
- 9 La sostenibilidad de las reformas del sector eléctrico en Colombia  
*Ulpiano Ayala - Jaime Millán*
- 10 Misión del ingreso público  
*Miembros del Consejo Directivo*
- 11 Economías regionales en crisis: el caso del Valle del Cauca  
*Juan José Echavarría - Israel Fainboim - Luis Alberto Zuleta*
- 12 El nuevo comercio minorista en Colombia  
*Mauricio Reina - Luis Alberto Zuleta*

- 13 El leasing en Colombia: diagnóstico e impacto sobre la inversión y el crecimiento  
*María Angélica Arbeláez - Fabio Villegas - Natalia Salazar*
- 14 Los servicios financieros y el TLC con Estados Unidos: oportunidades y retos para Colombia  
  
*Roberto Junguito - Cristina Gamboa (Editores)*
- 15 Reflexiones sobre el aporte social y económico del sector cooperativo colombiano  
*Miguel Arango - Mauricio Cárdenas - Beatríz Marulanda - Mariana Paredes*
- 16 Evaluación del impacto del TLC entre Colombia y Estados Unidos en la economía del Valle del Cauca  
*Camila Casas - Nicolás León - Marcela Meléndez*
- 17 La infraestructura de transporte en Colombia  
*Mauricio Cárdenas - Alejandro Gaviria - Marcela Meléndez*
- 18 El marco institucional para la regulación, supervisión y el control de los servicios públicos en Colombia: propuesta para su fortalecimiento  
*Carlos Caballero - Alejandro Jadresic - Manuel Ramírez Gómez*
- 19 Análisis del sistema tributario colombiano y su impacto sobre la competitividad  
*Mauricio Cárdenas - Valerie Mercer-Blackman*
- 20 El sector de materiales de la construcción en Bogotá - Cundinamarca  
*Camila Aguilar - Nicolás León - Marcela Meléndez*
- 21 Estudio sobre la propiedad intelectual en el sector farmacéutico colombiano  
*Emilio José Archila - Gabriel Carrasquilla - Marcela Meléndez - Juan Pablo Uribe*
- 22 La política social de telecomunicaciones en Colombia  
*Andrés Gómez-Lobo - Marcela Meléndez*
- 23 El modelo de intervención ReSA: en pos de la superación del hambre en las zonas rurales  
*Juan José Perfetti del C.*
- 24 La reforma del impuesto al consumo de cigarrillo y tabaco elaborado: impacto sobre el recaudo  
*Mauricio Santa María - Sandra Viviana Roza*

- 25 La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal  
*Mauricio Cárdenas - Mauricio Reina*
- 26 Evaluación económica de la inclusión de la vacuna antineumocócica en el Plan Ampliado de Inmunización  
*Mauricio Santa María - Fabián García - María José Uribe*
- 27 Sobre teoría de juegos, proceso presupuestal y situación fiscal en Colombia  
*Mauricio Olivera*
- 28 Análisis de la competencia en la industria colombiana de cigarrillos  
*Marcela Meléndez - Tatiana Vásquez*
- 29 Evaluación económica del *Plan Colombia*  
*Daniel Mejía*
- 30 El mercado de la energía eléctrica en Colombia: características, evolución e impacto sobre otros sectores  
*Mauricio Santa María - Nils-Henrik Von Der Fehr - Jaime Millán - Juan Benavides Orlando Gracia - Erika Schutt*
- 31 Impacto socioeconómico del sector azucarero colombiano en la economía nacional y regional  
*María Angélica Arbeláez - Alexander Estacio - Mauricio Olivera*
- 32 La Ley de Fronteras y su efecto en el comercio de combustibles líquidos  
*Orlando Gracia - Manuel Maignashca - Luis Ernesto Mejía - David Yanovich Sandra Cortés - Germán Galindo - Erika Schutt*
- 33 Programa ReSA: fortalecimiento de las bases de la seguridad alimentaria en el sector rural  
*Juan José Perfetti - Juan Carlos Gallego - María Camila Perfetti*
- 34 El impacto del transporte aéreo en la economía colombiana y las políticas públicas  
*Mauricio Olivera - Pilar Cabrera - Wendy Bermúdez - Adriana Hernández*
- 35 El impacto del leasing financiero sobre la inversión y el empleo en las firmas colombianas  
*Natalia Salazar - Pilar Cabrera - Alejandro Becerra*

- 36 Impacto del sector de servicios petroleros en la economía colombiana  
*Mauricio Olivera - Luis Alberto Zuleta - Tatiana L. Aguilar - Andrés F. Osorio*
- 37 Caracterización del empleo en el sector palmicultor colombiano  
*Mauricio Olivera - Diego Escobar - Norberto Rojas - Julián Moreno  
Claudia Quintero - Anamaría Tibocho*
- 38 La política comercial del sector agrícola en Colombia  
*Hernando José Gómez - Juan Camilo Restrepo - John Nash - Alberto Valdés  
Mauricio Reina - Sandra Zuluaga - Wendy Bermúdez - Sandra Oviedo - Juan José Perfetti*
- 39 Hacia una política integral de medicamentos biotecnológicos en Colombia  
*Juan Gonzalo Zapata - Sergio Bernal - Jairo Castillo - Katherine Garzón*
- 40 Elaboración de una Evaluación Integral de Sostenibilidad (EIS) para Colombia  
*Helena García Romero - Adriana Hernández Ortiz*
- 41 Dinámica regional del sector de bienes y servicios petroleros en Colombia  
*Felipe Castro - Luis Alberto Zuleta - Juan Fernando Alandette  
Sandra Milena Fonseca - Sebastián Martínez*
- 42 Contrabando de Cigarrillos y Tributación en Colombia  
*Juan Gonzalo Zapata - Adriana Sabogal - Ana Cecilia Montes  
Germán Rodríguez - Jairo Castillo*
- 43 El Estatuto de Profesionalización Docente: Una primera evaluación  
*Alejandro Ome*
- 44 Análisis económico de la normativa de libre competencia en Colombia  
*David Bardey - Alejandro Becerra - Pilar Cabrera*
- 45 Análisis de la situación energética de Bogotá Cundinamarca  
*Astrid Martínez Ortiz - Eduardo Afanador - Juan Gonzalo Zapata - Jairo Núñez  
Ricardo Ramírez - Tito Yepes - Juan Carlos Garzón*
- 46 Infraestructura de transporte en Colombia  
*Tito Yepes - Juan Mauricio Ramírez - Leonardo Villar - Juliana Aguilar*
- 47 Estudio sobre los impactos socio-económicos del sector minero en Colombia: encad-  
namientos sectoriales  
*Astrid Martínez Ortiz - Tatiana Aguilar Londoño*

48 Desarrollo de la agricultura colombiana

*Roberto Junguito - Juan José Perfetti - Alejandro Becerra*

49 Propuestas para el mejoramiento de la calidad de la educación básica, preescolar y media en Colombia

*Sandra García Jaramillo - Darío Maldonado Carrizosa - Catherine Rodríguez Orgales*

50 Innovación y emprendimiento en Colombia: balance, perspectivas y recomendaciones de política, 2014-2018

*Hernando José Gómez - Daniel Mitchell*

# **Innovación y emprendimiento en Colombia: balance, perspectivas y recomendaciones de política, 2014-2018**

*Hernando José Gómez*

*Daniel Mitchell*

*Marzo, 2014*



Primera edición: marzo 2014

© Fedesarrollo

ISBN: ????

Edición, armada electrónica: Consuelo Lozano | Formas Finales Ltda.

Impresión y encuadernación: La Imprenta Editores S.A.

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

# Contenido

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	2
<b>INTRODUCCIÓN</b>	7
<b>MARCO CONCEPTUAL</b>	9
<b>CAPÍTULO UNO</b> Indicadores para Colombia en ciencia, tecnología e innovación	13
1. Indicadores de financiamiento	13
2. Indicadores de capital humano	17
3. Indicadores de producción científica y cultura innovadora	17
<b>CAPÍTULO DOS</b> Diagnóstico general del caso colombiano	23
<b>CAPÍTULO TRES</b> Quince recomendaciones de política	27
1. Eje 1: un entorno institucional sólido, comprometido, articulado, eficiente y enfocado en una visión común	27
2. Eje 2: financiación de la apuesta nacional por la innovación	31
3. Eje 3: cultura de ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento	43
4. Eje 4: capital humano para la CT&I	50
5. Análisis de facilidad-impacto de las propuestas	53
6. Algunas consideraciones adicionales	53
<b>CAPÍTULO CUATRO</b> Conclusiones	57
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	59
<b>ANEXOS</b>	61



## RESUMEN EJECUTIVO

Luego de haber superado grandes adversidades, la economía colombiana está migrando hacia a un nuevo terreno de juego de inmensos desafíos pero también de perspectivas muy favorables y grandes oportunidades. De competir por bienes y servicios de menor valor agregado con países de bajos ingresos y de contar con una economía cerrada, Colombia está transitando hacia un país moderno, con mercados abiertos y competidores más sofisticados.

En este nuevo escenario, las empresas pierden rentabilidad y capacidad de competir en costos en los mercados internacionales de productos básicos, y, a su vez, no alcanzan los estándares de calidad y de valor agregado para llevar al mundo bienes y servicios más sofisticados. A través de la ciencia, la tecnología, la innovación y la generación de emprendimientos dinámicos (CT&IE), el país sobrepone la inercia y debe transitar con éxito hacia una economía diversificada y competitiva. Para seguir por este camino, resulta prioritario convertir la CT&IE en las grandes apuestas de la próxima administración presidencial en sus políticas económicas, sociales y ambientales; debe ser esta la brújula que guíe su plan de gobierno.

Una estrategia de CT&IE se debe fundamentar en seis pilares centrales: i) una institucionalidad pública coordinada y articulada entre sí, y con los demás actores del sistema, incluyendo particularmente las empresas, y universidades y centros de investigación, ii) el financiamiento -que puede ser público o privado o una combinación de ambos-, basado en "grants", exenciones tributarias o capital semilla y de riesgo, iii) un talento humano, incluido el gerencial, crítico para liderar los proyectos de emprendimiento dinámico, innovación y los procesos de generación de conocimiento, (iv) el desarrollo o transferencia de avances científicos y tecnológicos a través de la investigación teórica o aplicada, v) a través de la propagación de una cultura de innovación y emprendimiento fortalecer la capacidad de traducir las ideas en bienestar y desarrollo para la sociedad, y vi) un entorno competitivo que facilite la generación de emprendimiento y la consolidación de empresas.

En estos seis elementos, Colombia enfrenta rezagos sustanciales, incluso comparándonos con otros países de la región. A manera de ejemplo, se encuentra que la inversión del país en investigación y desarrollo fue, en 2010, de tan solo 0,17% del PIB. Esta cifra resulta baja al compararla con Chile (0,44%), México (0,47%), Argentina (0,61%), y Brasil (1,16%), e ínfima frente a países de ingresos altos como Alemania (2,80%), Estados Unidos (2,89%). En otros indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CT&I), el panorama de Colombia es igualmente sombrío. El reto, por lo tanto, es sustancial. En el Cuadro 1 se presenta un breve diagnóstico de los desafíos más apremiantes que enfrenta Colombia en los principales pilares de la estrategia de ciencia, tecnología e innovación.

**Cuadro 1. Modelos educativos por sector 2005-2012**

<b>Entorno institucional</b>	<i>Más compromiso del gobierno y las autoridades locales con la CT&amp;I</i>	<i>Reorientar los roles de las entidades públicas que hacen parte del Sistema de CT&amp;I</i>
<b>Financiación</b>	<i>Incrementar los recursos públicos, especialmente para financiar proyectos de innovación empresarial</i>	<i>Mejorar el proceso de asignación y distribución de recursos para CT&amp;I del Sistema General de Regalías</i>
<b>Cultura de innovación</b>	<i>Convertir la empresa en el centro de la estrategia de CT&amp;I</i>	<i>Promover el surgimiento de emprendimientos 'spin off' de universidades y centros de investigación</i>
<b>Ciencia y tecnología</b>	<i>Financiar, apoyar y conectar a grupos de investigadores</i>	<i>Promover centros de investigación sectoriales y transversales de talla mundial</i>
<b>Capital humano</b>	<i>Aumentar la participación de las ciencias básicas, diseño e ingenierías en la educación superior</i>	<i>Fomentar la incorporación de investigadores en empresas y técnicos y tecnólogos en pymes</i>

Con el objetivo de abordar estos desafíos, en la versión completa del documento, se detallan quince propuestas. A continuación se resumen aquellas consideradas como las de mayor impacto:

- ❑ *Consolidar a Bancóldex como Banco de Desarrollo y a Colciencias como impulsor de la investigación y el desarrollo científico: se propone asignar un espacio fiscal permanente, y aumentar el presupuesto de Innpulsa (la entidad*

encargada de promover la innovación empresarial y el emprendimiento dinámico) hasta equipararlo al de Colciencias. Colciencias, por su parte, enfocaría sus esfuerzos y recursos en promover la investigación teórica y aplicada y la generación de conocimiento científico. En este esquema se buscaría simplificar y agrupar las convocatorias del gobierno en CT&I.

- ❑ *Crear una sola Comisión Nacional de Competitividad y Ciencia, Tecnología e Innovación como órgano rector del Sistema de CT&I:* esta nueva instancia estaría encargada de liderar la orientación del sistema nacional de CT&I. Sería encabezada por el Presidente de la República, coordinada por una Alta Consejería Presidencial dedicada exclusivamente a estos temas, y contaría con una Secretaría Técnica. La Comisión se organizaría en tres subcomisiones de: i) Ciencia y Tecnología, ii) Competitividad, e iii) Innovación.
- ❑ *Simplificar los procesos para obtener beneficios tributarios por inversiones en CT&I:* para este fin, se propone, entre otros lineamientos: i) ampliar la cobertura de la norma para incluir también proyectos de innovación -en adición a los de ciencia y tecnología-, ii) promover la creación y certificación -por parte de Colciencias- de grupos de investigación al interior de las empresas, iii) incluir un esquema multi-tasa, con una deducción básica de 150%, que aumentaría a 175% en los casos de empresas que se presenten con grupos de investigación, y a 200% para los esquemas asociativos de proyectos de más de una empresa con grupos de investigación, y iv) incluir a Bancóldex, representado por Innpulsa, en el Consejo de Estímulos Tributarios y transferir el rol de la Dian, en este proceso, a la etapa previa de aprobación del cupo presupuestal.
- ❑ *Reformar la destinación de recursos para CT&I del Sistema General de Regalías y mejorar su operatividad:* reformar la Ley de Regalías para modificar la destinación de los recursos del Fondo para Ciencia, Tecnología e Inno-

vación, bajo el siguiente esquema: el 50% de los recursos se destinarían a un "Fondo Regional de Ciencia y Tecnología", y el 50% restante a un "Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación". El primer fondo operaría bajo la misma distribución y funcionamiento del actual sistema. El segundo, se destinaría a promover las apuestas de alcance regional, sectoriales y transversales de ciencia, tecnología e innovación del país.

- ❑ *Mejorar la eficiencia y el potencial impacto de los recursos del Sena destinados a desarrollo tecnológico y competitividad:* se propone, con el objetivo de incrementar el impacto de estos recursos, entre otros: i) establecer convenios interadministrativos entre el SENA e INNPLUSA para mejorar la destinación y administración de recursos del Fondo Emprender favoreciendo los de base tecnológica con mayores montos; ii) fortalecer -y ampliar- los 15 tecno-parques del Sena para desarrollar soluciones tecnológicas para las empresas; iii) fortalecer, en cantidad y calidad, la vinculación de formadores en áreas de tecnología a los centros de formación.
  
- ❑ *Crear un programa integral de innovación abierta:* esta plataforma virtual integraría las necesidades en innovación de empresas en Colombia, con la oferta de soluciones de investigadores, universidades, particulares y otras empresas. Esta plataforma podría integrarse con otras redes de innovación abierta en Colombia, la región o el mundo, por ejemplo Innoversia, E.N.L.A.C.E.S., o Innocentive.
  
- ❑ *Promover la consolidación o creación de oficinas de transferencia tecnológica:* es fundamental promover, mediante líneas de financiación y programas de acompañamiento, la creación de centros de licenciamiento y comercialización de tecnología en universidades y centros de investigación. Esta estrategia se complementarían -mediante esquemas de cofinanciamiento entre el gobierno nacional, las autoridades locales y el sector

empresarial- con un apoyo al establecimiento de oficinas de protección y comercialización de tecnología en las regiones.

- ❑ *Apoyar los procesos de maduración de los emprendimientos de alto valor agregado, y establecer un entorno propicio para el emprendimiento dinámico:* para ello, se propone, entre otras medidas: i) aumentar las líneas de capital semilla de Bancóldex, ii) debido a su usual elevada tasa de fracaso, reducir los tiempos y costos para la liquidación de empresas, y iii) reglamentar la Ley de Emprendimiento para incluir en los pensum de colegios y universidades este tema.
  
- ❑ *Promover una mayor participación de las ciencias puras y las ingenierías en la educación superior:* establecer condiciones diferenciales más favorables en las becas y créditos de educación superior ofrecidas por el Icetex y Colciencias en áreas priorizadas por Colciencias y el DNP, y basadas en las apuestas productivas regionales (ej. ciencias básicas, ciencias agropecuarias, ingenierías, diseño).





## INTRODUCCIÓN

La innovación es uno de los principales motores de desarrollo de las economías modernas. Es, además, la principal característica diferenciadora de los países emergentes que superan las denominadas trampas de pobreza y pasan el umbral hacia el progreso.

A través de la innovación, las naciones sientan las bases para alcanzar tasas de crecimiento sostenidas de largo alcance y generan resiliencia ante fluctuaciones económicas ocasionadas por excesiva dependencia en los bienes de producción primaria. La innovación, que es aplicable a todas las actividades económicas y extensibles a sus diferentes eslabonamientos y al sector social, se traduce en crecimiento, empleo de calidad y mayor bienestar.

Colombia -luego de haber superado grandes adversidades- se encuentra en una etapa crítica de desarrollo en que, si bien tiene de frente perspectivas positivas y grandes oportunidades, enfrenta también enormes retos. El campo de juego para el país -así como para muchas economías de América Latina- está cambiando, y resulta vital adaptarse a este nuevo terreno. De competir por bienes y servicios de menor valor agregado con países de bajos ingresos y de contar con una economía relativamente cerrada, Colombia está transitando hacia una economía moderna, con mercados abiertos y competidores más sofisticados.

El bono económico de precios altos de materias primas que vivió América Latina en la última década no seguirá indefinidamente, y la bonanza minero-energética colombiana, dadas las reservas del país y la fluctuación de precios, no será suficiente para impulsar el crecimiento y la inversión en el mediano y largo plazo. Por ello, la apuesta del país debe estar encaminada, más bien, a aprovechar los acuerdos de libre comercio, incursionando en estos -y otros mercados- con bienes y servicios de alto valor agregado.

La transición exitosa hacia este nuevo terreno pasa, necesariamente, por la innovación. Sin ella, el país caerá en una trampa de crecimiento. Perderá rentabilidad y capacidad de competir en costos en los mercados internacionales de commodities y de bienes primarios, y, a su vez, no alcanzará

los estándares de calidad y de valor agregado para llevar al mundo bienes y servicios más sofisticados.

Dado lo anterior y la trascendencia de la innovación y el emprendimiento dinámico en el estado de madurez en que se encuentra la economía colombiana, se presenta un estudio que busca, con base en lo ya construido, aportar lineamientos para fortalecer y acelerar el impacto de la estrategia de ciencia, tecnología e innovación en el desarrollo económico y social del país. Este estudio incluye el diagnóstico actual, una revisión de las políticas recientes, la identificación de perspectivas y oportunidades, un análisis comparativo de buenas prácticas nacionales e internacionales, así como un conjunto de recomendaciones de política en desarrollo científico y tecnológico, innovación empresarial y emprendimiento dinámico.

En últimas, se presenta este documento con el objetivo central de enfatizar la urgencia de convertir la innovación en una de las grandes apuestas de la próxima administración. Este, junto con la mejora de la competitividad, debe estar entre los mensajes centrales de su Plan Nacional de Desarrollo. En esta dirección se deben encaminar sus políticas, tanto económicas, como sociales y ambientales; debe ser esta la brújula que guíe su plan de gobierno.

## MARCO CONCEPTUAL

La historia y la teoría económica nos enseñan que el crecimiento de las naciones se fundamenta en el incremento de los factores capital y trabajo, y en la eficiencia con la que estos se emplean en las actividades productivas. Como lo demuestra ampliamente la literatura económica, el aporte sobre el crecimiento de este último componente -conocido como productividad total factorial- es sustancial, su relevancia aumenta a medida que el progreso se afianza, y es, asimismo, el factor de crecimiento que, con mayor eficacia, permite, mediante sus procesos de retroalimentación y sus efectos multiplicadores, consolidar rutas de crecimiento sostenibles de largo plazo.

Algunos autores sugieren que el aprendizaje y la acumulación de capital físico propician las mayores dinámicas en la productividad total factorial. Otros apuntan a la valoración social y las posiciones ideológicas de los estados y de la sociedad sobre las dinámicas empresariales y de emprendimiento, como los factores de mayor influencia. El elemento que une estos dos puntos de vista es la innovación, tanto incremental -relacionada con mejoras de procesos- como disruptiva -que lleva a nuevos bienes, servicios y soluciones-. La innovación, en este sentido, es crítica, tanto para el aprendizaje y la acumulación de capital, como para nutrir una cultura empresarial y de emprendimiento entre los agentes tomadores de decisiones, y la ciudadanía en general.

A través de la innovación, las empresas mejoran su productividad, lo cual se traduce en mayor crecimiento, y más recursos públicos y privados para la ciencia, tecnología e innovación. Arbeláez y Parra (2011), en un estudio sobre innovación en Colombia, llegan a conclusiones que apuntan en esta dirección. Según los resultados del estudio, la adaptación tecnológica y la innovación en las empresas generan un aumento en las ventas por trabajador y jalonan el crecimiento de la productividad total de los factores. En el estudio, se encuentra que los instrumentos de política pública son promotores efectivos de las innovaciones productivas. Se enfatiza, además, la importancia del capital humano para la innovación, y se evidencia una

fuerte relación de las alianzas externas entre empresas y universidades, consultores o sistemas de información, con la adaptación exitosa de las tecnologías.

Considerando los planteamientos anteriormente presentados, se sugieren seis insumos básicos que intervienen en el proceso de innovación (ver Gráfico 1).

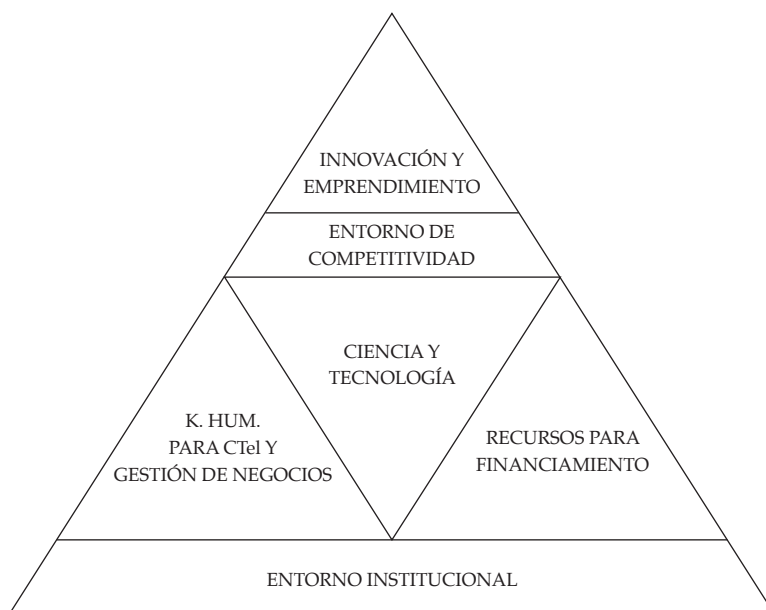
De una parte, están los cimientos que sostienen el sistema. Estos son, en primer lugar, el financiamiento -que puede ser público o privado o una combinación de ambos-, basado en "grants", exenciones tributarias o capital semilla y de riesgo. Este elemento debe ser complementado por una institucionalidad coordinada y articulada entre sí y con los demás actores del sistema, incluyendo particularmente las empresas, y universidades y centros de investigación. En tercer lugar, se encuentra el capital humano que -ya sea desde el punto de vista técnico, científico, de apoyo o de gestión administrativa- es crítico para liderar los proyectos de innovación y los procesos de generación de conocimiento. En este sentido, además de la capacidad investigativa, científica, técnica y tecnológica, es fundamental que se promueva una capacidad gerencial y de gestión en la fuerza laboral que permita crecer y consolidar las empresas innovadoras nuevas o ya establecidas, posicionando con éxito sus bienes, servicios y tecnologías en los mercados locales e internacionales.

Estos tres insumos sientan las bases para un cuarto elemento, que es la capacidad de desarrollar o transferir avances científicos y tecnológicos a través de la investigación teórica o aplicada. Este elemento requiere de las personas para liderarlo y de los recursos para ejecutarlo.

Todo lo anterior lleva a un quinto elemento, que es el entorno de competitividad para la creación y consolidación de empresas. Un ambiente de sana competencia, que genere la necesidad de innovar para sobrevivir, complementado con un entorno de competitividad que permita a las empresas desarrollar su potencial y conquistar mercados internacionales, es necesario para fomentar el sexto componente, que es la capacidad del país de -a través de la propagación de una cultura de innovación y emprendimiento- traducir

las ideas en bienestar y desarrollo para la sociedad. Lo anterior, mediante mejoras en la productividad empresarial (innovación incremental), o por medio del surgimiento de emprendimientos o la introducción de nuevos bienes y servicios en los mercados (innovación disruptiva).

### Gráfico 1. Pilares de la estrategia de ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento



Fuente: Elaboración propia.



## CAPÍTULO UNO

# Indicadores para Colombia en ciencia, tecnología e innovación

El rezago de Colombia en ciencia, tecnología e innovación frente a economías de referencia es evidente, y se refleja en los resultados del país en diversos indicadores relacionados con el capital humano, los canales de financiación, y el desarrollo científico e innovador.

Este rezago de Colombia ha constituido -y sigue constituyendo- una barrera a la transformación productiva del país. Es un limitante que, históricamente, ha frenado el proceso de modernización y diversificación de la estructura productiva nacional y su oferta exportable. Según cifras del Banco Mundial, tan solo el 4% de las exportaciones de Colombia corresponde a productos altamente intensivos en investigación y desarrollo. En Argentina es 8%, en Brasil 10%, en Israel 14%, en Estados Unidos 18%, y en Corea del Sur 26%.

En los gráficos 2 a 4 se compara a Colombia con países de referencia de América Latina (Argentina, Brasil, Chile y México), así como frente a algunos líderes internacionales (Estados Unidos, Israel, Corea del Sur y España), en indicadores clave de ciencia, tecnología e innovación. Como se evidencia en los gráficos, Colombia, a pesar de registrar en los últimos años una evolución favorable, se encuentra rezagada frente a las economías incluidas en la muestra en cuanto a la masa de investigadores y el enfoque científico de la educación terciaria; la disponibilidad de recursos para investigación y desarrollo y la participación del sector privado en la financiación de los mismos; y la generación de conocimiento científico e innovador, reconocido a través de patentes y publicaciones.

### 1. Indicadores de financiamiento

La inversión en investigación y desarrollo de Colombia fue, en 2012, de tan solo 0,17% del PIB, frente a cifras cercanas o superiores a 0,5% en Chile,



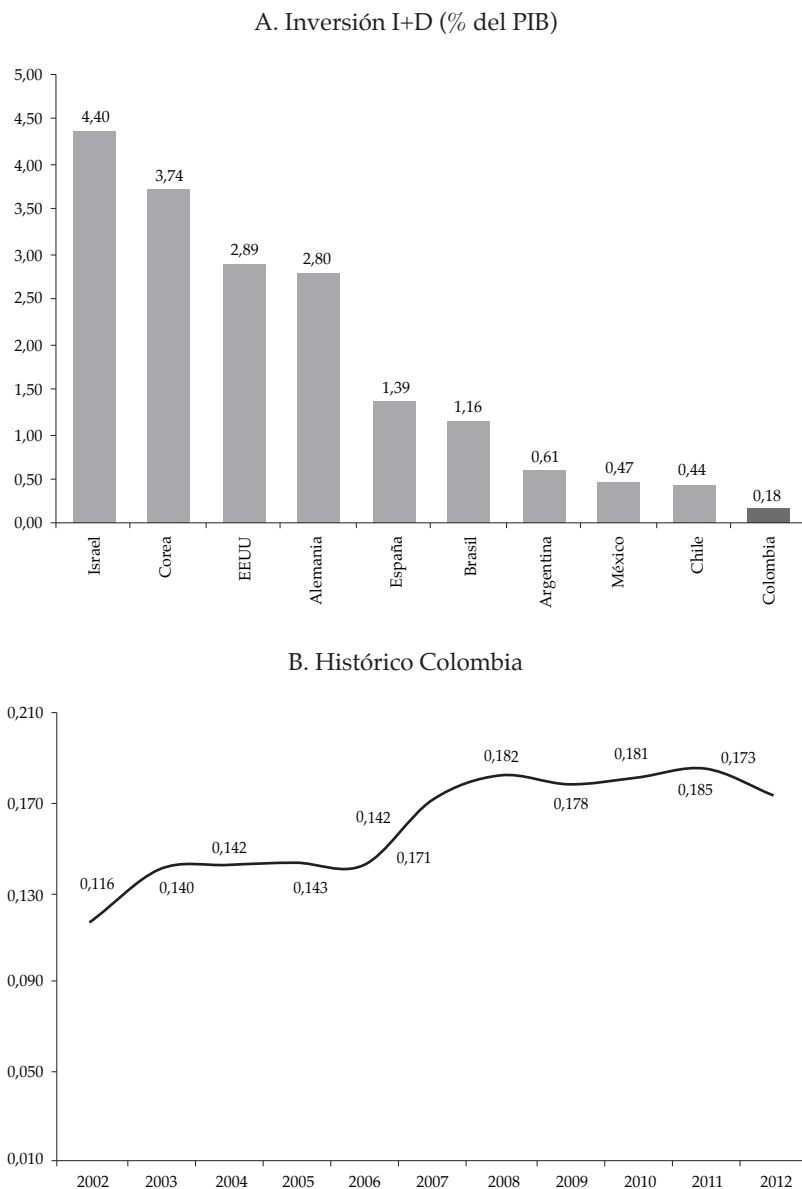
México y Argentina, y de más de 1% en Brasil y España (ver gráfico 2A). De estas inversiones, el sector privado en Colombia aportó alrededor del 40%, mientras en Corea del Sur e Israel, dicha participación superó el 75% (ver gráfico 2C).

Al analizar la evolución de las inversiones en ciencia, tecnología e innovación de Colombia, se evidencia -en contravía de las tendencias internacionales y contra las necesidades apremiantes del país- un lento dinamismo. La inversión en investigación y desarrollo aumentó, entre 2002 y 2012, de 0,12% a tan solo 0,17%, con una participación del sector privado que osciló, durante el período, en un rango, sin tendencia clara, entre 30% y 50% del total (ver gráficos 2B y 2D).

El aumento de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación -que abarca un concepto más amplio e incluye la investigación y desarrollo, la formación científica y tecnológica de alto nivel, y los servicios científicos y tecnológicos- fue un poco más pronunciado, al pasar, durante este período, de 0,31% a 0,45%. Considerando el período analizado, estos valores no incluyen todavía el impacto de las inversiones en ciencia, tecnología e innovación del Sistema General de Regalías. Considerando el monto de 949 mil millones de pesos aprobado en 2013 en proyectos de regalías de ciencia, tecnología e innovación, se podría estimar una inversión, hacia 2013 o 2014, de cerca de 0,6% del PIB.

La participación del sector privado en la financiación de las inversiones en ciencia, tecnología e innovación es fundamental para que los recursos se canalicen hacia proyectos que constituyan soluciones productivas a necesidades de mercado. Según cifras del Dane, al descomponer la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación de las empresas en el año 2012, 71% correspondió a actividades de innovación y 29% a investigación y desarrollo. Al comparar este resultado con cifras de inversión del gobierno, se encuentra que el 45% de los recursos públicos se ejecutaron en servicios científicos y tecnológicos, 22% en la formación y capacitación científica y tecnológica, 14% en administración y otras actividades de apoyo, y tan solo el 14% en actividades de innovación.

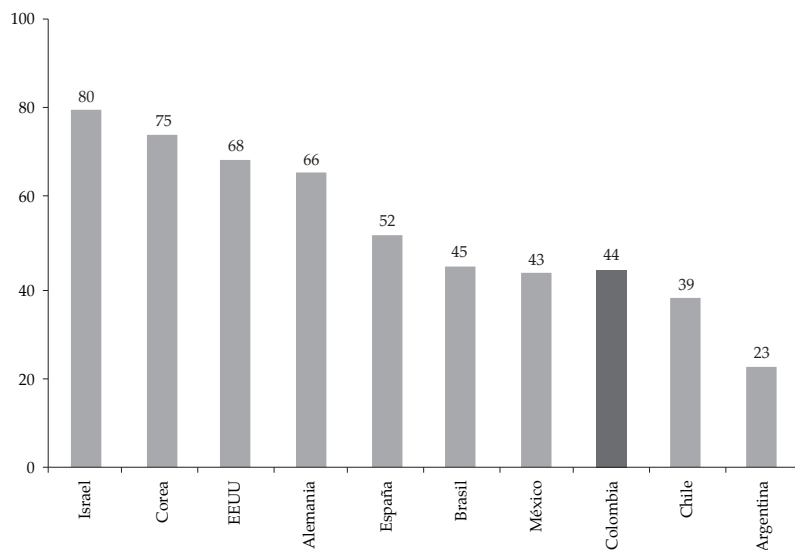
**Gráfico 2. Indicadores de financiación de CT+I\*, 2010 e histórico**



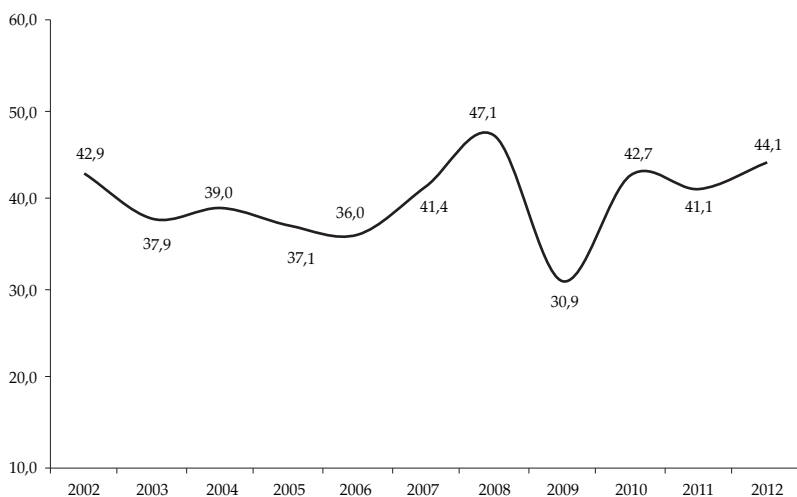
\* Indicadores: 1) Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, 2010. 2) Participación de empresas del sector privado en la financiación de la inversión total en investigación y desarrollo, 2010. Fuente: Banco Mundial, RICYT, Foro Económico Mundial, Unesco, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

## Gráfico 2. Indicadores de financiación de CT+I\*, 2010 e histórico

C. Porcentaje privado en financiación I+D



D. Histórico Colombia



\* Indicadores: 1) Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, 2010. 2) Participación de empresas del sector privado en la financiación de la inversión total en investigación y desarrollo, 2010. Fuente: Banco Mundial, RICYT, Foro Económico Mundial, Unesco, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

## **2. Indicadores de capital humano**

Como se menciona anteriormente, uno de los cuellos de botella que más limita la capacidad del país de dar el salto en ciencia, tecnología e innovación, es la falta de capital humano. En los últimos años, se han dado pasos sustanciales en la materia. Por ejemplo, entre 2002 y 2011, el número de graduados en instituciones de educación superior colombianas se duplicó, al pasar de 133.442 a 267.708. De estos, sobresale el aumento en graduados en carreras técnicas y tecnológicas que pasó de 23.249 a 90.621, o de doctorados que incrementaron de 32 a 258 durante el período.

No obstante lo anterior, llama todavía la atención la limitación del país en disponibilidad de capital humano para la generación de conocimiento y el desarrollo exitoso de emprendimientos innovadores. Esto se refleja en las bajas tasas de participación de la educación superior, el reducido peso de los técnicos y tecnólogos entre los graduados de educación terciaria, el déficit de graduados en carreras universitarias, maestrías y doctorados en ciencias puras e ingenierías, y la falta de investigadores científicos con títulos avanzados.

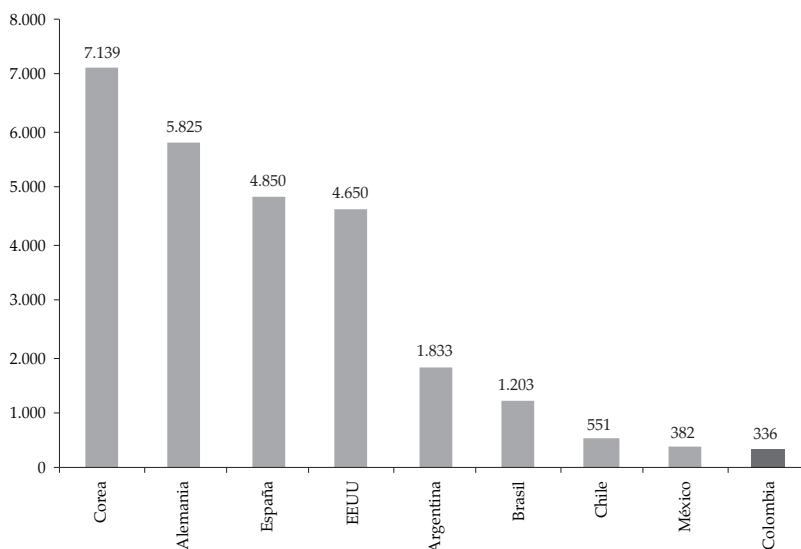
En cuanto a investigadores por millón de habitantes, si bien el país ha duplicado la cantidad en la última década, su posición frente a competidores de la región o referentes del mundo es aún precaria (ver paneles A y B del gráfico 3). En parte, esta situación es producto de la distribución de las carreras universitarias entre los jóvenes. La participación de las carreras de ciencias y matemáticas es baja frente a otros países de referencia, y su incremento en los últimos años es reducido (gráfico 3C y 3D).

## **3. Indicadores de producción científica y cultura innovadora**

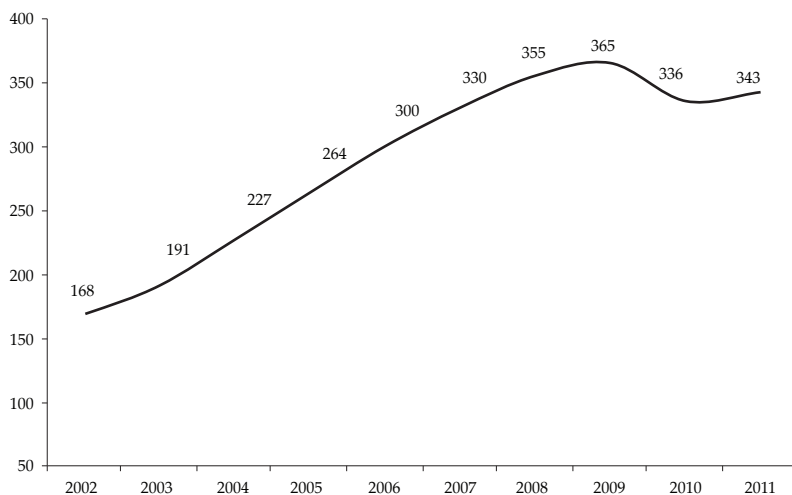
La baja inversión histórica de Colombia en actividades de ciencia, tecnología e innovación, y en particular de investigación y desarrollo, se ha traducido en una falta de cultura de innovación y emprendimiento. Esta falta de un ecosistema de innovación que permea a la sociedad, y a su actividad

**Gráfico 3. Indicadores de capital humano para la CT+I\*, 2010 e histórico**

A. Investigadores/millón de habitantes



B. Histórico Colombia

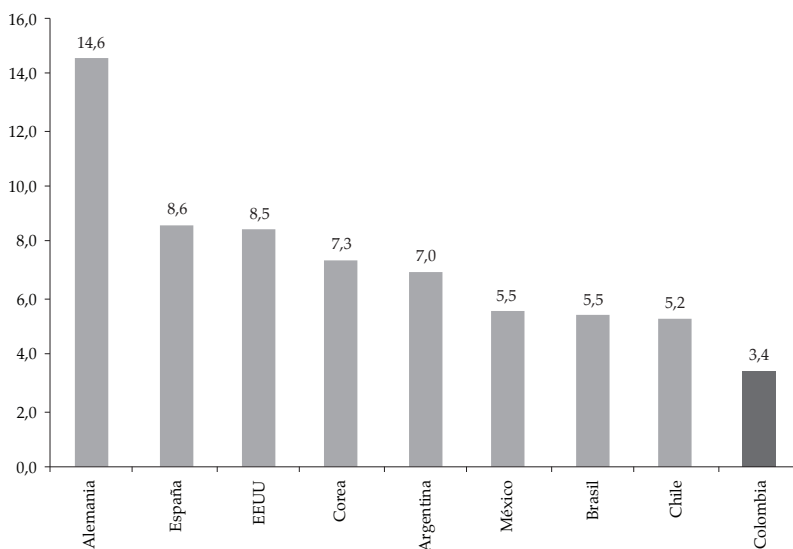


\* Indicadores: 1) Investigadores en actividades de investigación y desarrollo, por millón de habitantes, 2010. 2) Matriculados de educación terciaria en carreras de ciencias exactas y matemáticas como porcentaje del total, 2009.

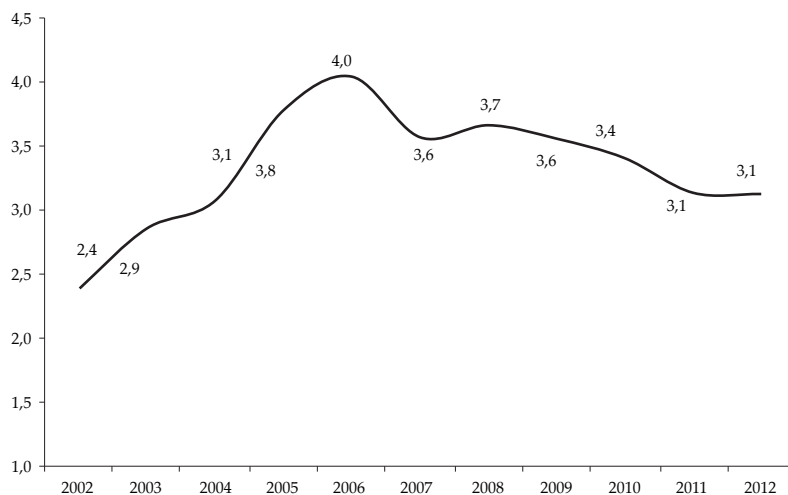
Fuente: Banco Mundial, RICYT, Foro Económico Mundial, Unesco, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

### Gráfico 3. Indicadores de capital humano para la CT+I\*, 2010 e histórico

C. Porcentaje de graduados en ciencias y matemáticas



D. Histórico Colombia



\* Indicadores: 1) Investigadores en actividades de investigación y desarrollo, por millón de habitantes, 2010. 2) Matriculados de educación terciaria en carreras de ciencias exactas y matemáticas como porcentaje del total, 2009.

Fuente: Banco Mundial, RICYT, Foro Económico Mundial, Unesco, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

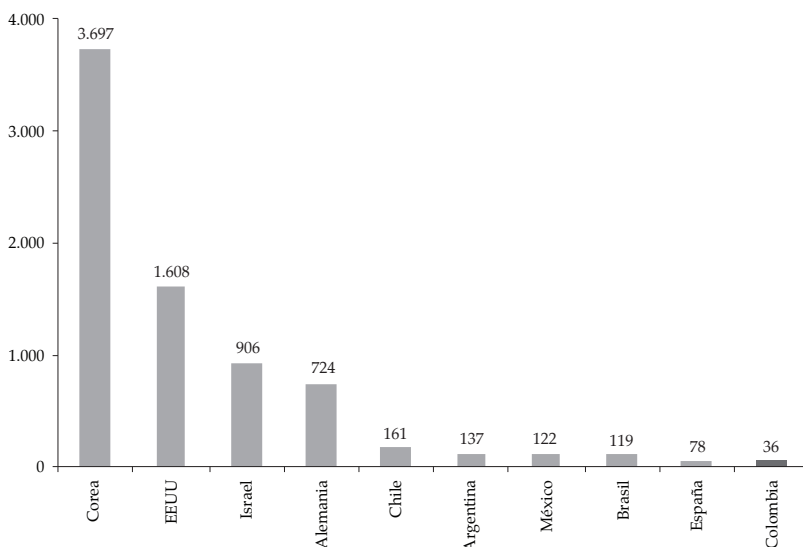
empresarial, ha generado, como se describe anteriormente, un déficit de capital humano especializado y preparado para enfrentar los retos de una economía moderna.

La falta de investigadores y personal capacitado dedicado a la ciencia, tecnología e innovación, explica, en buena medida, la reducida producción científica, ya sea mediante publicaciones o registros de propiedad intelectual.

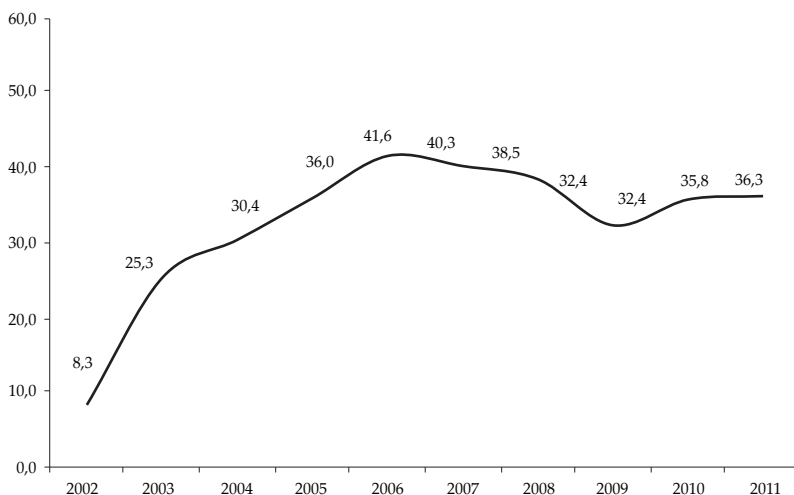
En el Gráfico 4 se presenta una comparación de Colombia frente a economías de referencia -y su evolución en el tiempo- en los indicadores de solicitud de patentes en el marco del Patent Cooperation Treaty y el número de publicaciones científicas indexadas, ambas medidas por millón de habitantes. El mensaje es claro; a pesar del importante crecimiento del país en los últimos años en la producción científica e innovadora reconocida internacionalmente, la brecha frente a economías de referencia es aún sustancial.

### Gráfico 4. Indicadores de desarrollo científico y tecnológico\*, 2010 e histórico

A. Solicitud patentes PCT / millón de habitantes



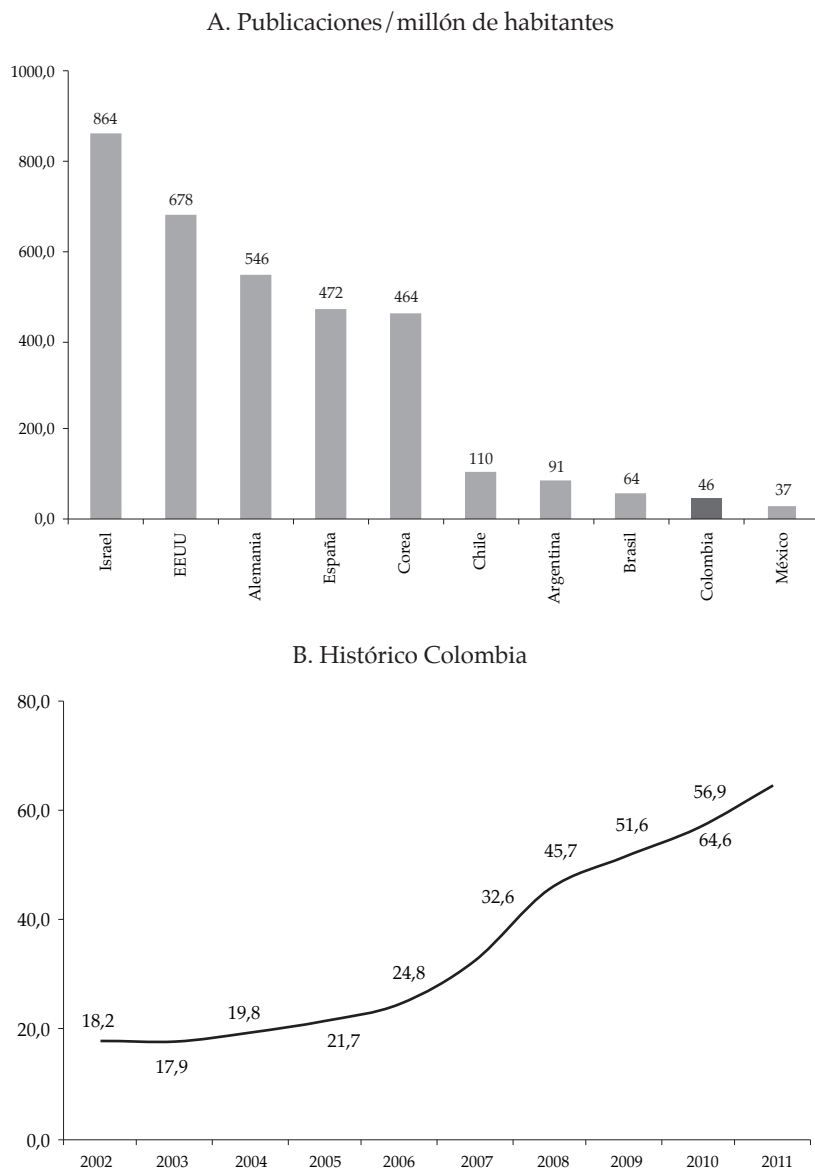
B. Histórico Colombia



\* 1) Aplicaciones de patentes ante el PCT (Patent Cooperation Treaty) por millón de habitantes, 2010. 2) Artículos publicados en el revistas científicas indexadas al Science Citation Index en los campos de física, biología, química, matemáticas, medicina, biomédica, ingeniería, tecnología y ciencias espaciales y de la tierra, 2009. Fuente: Banco Mundial, RICYT, Foro Económico Mundial, Unesco, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.



**Gráfico 4. Indicadores de desarrollo científico y tecnológico\*, 2010 e histórico**



\* 1) Aplicaciones de patentes ante el PCT (Patent Cooperation Treaty) por millón de habitantes, 2010. 2) Artículos publicados en el revistas científicas indexadas al Science Citation Index en los campos de física, biología, química, matemáticas, medicina, biomédica, ingeniería, tecnología y ciencias espaciales y de la tierra, 2009. Fuente: Banco Mundial, RICYT, Foro Económico Mundial, Unesco, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

## CAPÍTULO DOS

# Diagnóstico general del caso colombiano

En años recientes, se ha generado en Colombia una mayor consciencia sobre la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación en el progreso, y se han dado pasos sustanciales que apuntan en la dirección correcta: los recursos destinados a ciencia, tecnología e innovación -a través de los incrementos presupuestales de Colciencias y los rubros destinados a este fin en la reforma al Sistema General de Regalías- se han incrementado; se creó "Innpulsa", la unidad de desarrollo de Bancóldex que promueve la innovación y el emprendimiento dinámico; se pusieron a disposición de las empresas incentivos tributarios para las inversiones en ciencia, tecnología e innovación; y se han consolidado casos regionales de éxito como Ruta N o Tecnova en Antioquia y Connect Bogotá<sup>1</sup>.

No obstante, es evidente que en los seis ejes de la estrategia de CT&I -capital humano, ciencia y tecnología, innovación y emprendimiento, instituciones, financiamiento y entorno de competitividad- Colombia presenta falencias y limitaciones que impiden que surjan más emprendimientos dinámicos y que limitan las posibilidades de innovación sistemática en empresas establecidas, y mucho menos la generación de una cultura de emprendedores innovadores. Por ello, es importante evaluar el desarrollo en este cuatrienio de las estrategias e implementación de instrumentos para la innovación y compararlas a la luz de experiencias internacionales.

En este ejercicio, surgen preguntas ineludibles como: ¿Cómo lograr que las empresas se conviertan en el centro del sistema de ciencia, tecnología e innovación? ¿Son suficientes los instrumentos y recursos de financiamiento? ¿La escasez de emprendimientos dinámicos está limitando la innovación?

---

<sup>1</sup> Para mayor detalle, ver Anexos 1 y 2.

¿Las empresas y el gobierno son conscientes de la necesidad de innovar para garantizar la sostenibilidad del crecimiento económico? ¿Tenemos la base de conocimiento en nuestras empresas, universidades y centros de investigación para darle tracción a una sociedad del conocimiento? ¿Existe en el país un entorno propicio para la formación de alianzas entre empresas y universidades o centros de investigación para el avance conjunto de iniciativas de innovación? ¿Está adecuadamente orientada la visión y políticas en educación secundaria, universitaria y técnica y tecnológica en torno al desarrollo científico, el emprendimiento y la innovación? ¿Es el esquema institucional colombiano de ciencia, tecnología e innovación óptimo, dada la coyuntura, los retos y oportunidades actuales del país? ¿Está bien estructurado el sistema de regalías para CT&I?

Una primera hipótesis, desde la óptica pública que enmarca este documento, es que los esfuerzos, si bien correctamente orientados, son insuficientes y en particular han sido desordenados y descoordinados al interior del Estado y en su relacionamiento con el sector privado, las regiones y la academia. Se encuentra, así como ha ocurrido en muchas economías de América Latina, que los esfuerzos del país, siendo limitados, se han centrado más en propiciar avances en ciencia y tecnología, y menos en hacer aplicables estos avances al sector productivo y en promover una cultura de innovación en los diversos estamentos del estado y la actividad empresarial.

Una segunda hipótesis es que ha faltado una priorización más aguda en la asignación de los recursos públicos, la orientación de las políticas y el enfoque de los programas estatales. En particular, se evidencia desorientación y falta de foco en el funcionamiento y distribución de los recursos de regalías para ciencia, tecnología e innovación. Es fundamental que exista mayor coherencia entre la visión de largo plazo y las apuestas nacionales y regionales del país, y la destinación y ejecución de estos recursos. El direccionamiento de la estrategia de ciencia, tecnología e innovación hacia las prioridades y visión nacionales es un común denominador entre los países que representan casos de éxito.

Una tercera hipótesis es que la estrategia de ciencia, tecnología e innovación de Colombia ha estado paradójicamente alejada del actor que debe ser su principal protagonista: el sector empresarial.

Con base en las inquietudes e hipótesis planteadas en este diagnóstico, se presenta en el Cuadro 1 -como abre bocas, marco conceptual y guía de este informe- los principales retos de Colombia en ciencia, tecnología e innovación.

Estos retos se deben abordar construyendo sobre los logros y lecciones aprendidas en los últimos años y tomando como base las experiencias internacionales de mayor relevancia y pertinencia. En el anexo 1 se elabora un repaso histórico de la estrategia de Colombia por promover la ciencia, la tecnología, la innovación y el emprendimiento dinámico, y se enumeran y describen los principales avances de los últimos años en términos institucionales y normativos. En el anexo 2, por su parte, se presenta un recuento de los casos más relevantes de buenas prácticas, tanto nacionales como internacionales, en el diseño e implementación de estrategias de CT&I.

**Cuadro 1. Modelos educativos por sector 2005-2012**

<b>Entorno institucional</b>	<i>Más compromiso del gobierno y las autoridades locales con la CT&amp;I</i>	<i>Reorientar los roles de las entidades públicas que hacen parte del Sistema de CT&amp;I</i>
<b>Financiación</b>	<i>Incrementar los recursos públicos, especialmente para financiar proyectos de innovación empresarial</i>	<i>Mejorar el proceso de asignación y distribución de recursos para CT&amp;I del Sistema General de Regalías</i>
<b>Cultura de innovación</b>	<i>Convertir la empresa en el centro de la estrategia de CT&amp;I</i>	<i>Promover el surgimiento de emprendimientos 'spin off' de universidades y centros de investigación</i>
<b>Ciencia y tecnología</b>	<i>Financiar, apoyar y conectar a grupos de investigadores</i>	<i>Promover centros de investigación sectoriales y transversales de talla mundial</i>
<b>Capital humano</b>	<i>Aumentar la participación de las ciencias básicas, diseño e ingenierías en la educación superior</i>	<i>Fomentar la incorporación de investigadores en empresas y técnicos y tecnólogos en pymes</i>



## CAPÍTULO TRES

# Quince recomendaciones de política

En esta sección, se plantean, y ponen a discusión, un conjunto de propuestas de política concretas que buscan consolidar en el país una cultura de innovación empresarial y de emprendimiento dinámico. Se busca alcanzar este propósito a través de: i) unas instituciones públicas con una visión clara, una efectiva articulación entre sí, y alineadas y coordinadas con el sector privado, la academia y los centros de investigación, ii) recursos financieros, tanto públicos como privados, disponibles y bien orientados para impulsar y apalancar la estrategia de CT&I, iii) unas empresas con capacidad gerencial e innovación que lleven las ideas a los mercados, iv) un capital humano técnico, moderno y especializado, y v) una capacidad de desarrollo científico y tecnológico pertinente a las necesidades económicas y sociales del país.

Este conjunto de propuestas está dirigido a los tomadores de decisiones en el ámbito de las políticas públicas, pero se basa en la premisa de que las empresas y los emprendedores deben ser el centro del sistema.

### **1. Eje 1: un entorno institucional sólido, comprometido, articulado, eficiente y enfocado en una visión común**

El sector público es fundamental para el éxito de una estrategia de ciencia, tecnología e innovación. El gobierno y las autoridades locales tienen la capacidad -y el deber- de corregir fallas de mercado y asimetrías de información que impidan o limiten la articulación de actores, el desarrollo de apuestas productivas, la formación de capital humano especializado, la conformación de emprendimientos dinámicos o el desarrollo de proyectos de generación de conocimiento científico y tecnológico. Como lo señala Perfetti (2010), el ecosistema de la innovación presenta fallas de mercado como insuficiente apropiabilidad de los beneficios derivados de la activi-

dad innovadora, alta incertidumbre, costos de transacción, asimetrías de información en los mercados financieros, entre otros factores, que hacen necesaria la intervención del estado para su mejor desempeño.

Se evidencia, en Colombia, una falta de articulación y duplicidad de funciones entre entidades públicas; falta de información; poca interacción de estas con las empresas y las universidades; y la carencia de un liderazgo que priorice y dirija la ejecución de la estrategia de ciencia, tecnología e innovación como el motor de desarrollo del país en el largo plazo.

Así mismo, se refleja una falta de claridad en la división entre la estrategia para promover la generación de oferta de servicios de ciencia y tecnología -la cual debe ser encabezada por Colciencias y dirigida a universidades, centros de investigación, investigadores y empresas grandes que cuentan con centros de desarrollo tecnológico propios-, y la estrategia para incentivar una mayor demanda empresarial de servicios de ciencia y tecnología para el desarrollo e implementación de innovaciones y emprendimientos -que debe ser liderada por Bancóldex, a través de Innpulsa y con el apoyo del Programa de Transformación Productiva, y enfocada particularmente hacia empresas, incluyendo mipymes, y centros de investigación y universidades en sus estrategias de comercialización de tecnología y desarrollo de spin-offs-.

***Propuesta 1: Consolidar a Bancóldex como Banco de Desarrollo y a Colciencias como impulsor de la investigación y el desarrollo científico***

Llevar a cabo una reestructuración en Bancóldex para convertirlo en el Banco de Desarrollo de Colombia. Se requiere -como complemento a su papel tradicional de banco de segundo piso- fortalecer su rol de agencia de desarrollo. Para esto, es indispensable asignar un espacio fiscal permanente, y aumentar sustancialmente el presupuesto de Innpulsa con apoyo del presupuesto nacional, como mínimo, hasta equipararlo al de Colciencias, y fortalecer el Programa de Transformación Productiva y enfocar sus funciones hacia la innovación empresarial y el emprendimiento dinámico. Corfo, en Chile, es un caso de éxito que se puede emplear como referente.

Se propone, por su parte, especializar a Colciencias en la promoción de la ciencia y tecnología, y a Innpulsa en el área de innovación. Así, Colciencias sería la entidad promotora de la investigación teórica y aplicada y la generación de conocimiento científico en Colombia. Colciencias enfocaría sus esfuerzos y recursos en promover el fortalecimiento de los grupos de investigación mediante su apoyo a la vinculación de investigadores, su participación en educación continuada, generación y vinculación de redes nacionales e internacionales, participación en eventos académicos, y financiación de programas de investigación exclusivamente en áreas de conocimiento transversales y priorizadas por el Sistema de CT&I.

Algunas disciplinas en las que Colciencias enfocaría sus esfuerzos podrían ser, por ejemplo, impacto del calentamiento global en el trópico, resistencia de materiales, bioprospección, biotecnología, geología, energía, electrónica, logística y diseño y áreas de interés público como salud, calidad de educación, construcción de ciudadanía e inclusión social<sup>2</sup>.

Con base en lo anterior, se propone transferir a Bancóldex -representado por Innpulsa- las funciones y convocatorias de Colciencias relacionadas con la innovación y el desarrollo científico y tecnológico aplicado a las empresas. Así mismo, se considera pertinente que la administración de las becas de maestrías y doctorados, que actualmente gestiona Colciencias, pase al Icetex, y enfocar el rol de Colciencias en este frente en la orientación general de las mismas y la selección de los becarios, según las disciplinas científicas y las competencias priorizadas. A pesar de esta modificación operativa, se resalta la urgencia de mantener la financiación y ampliar el programa de becas de doctorado y maestría que opera actualmente Colciencias.

Adicionalmente, y con base en lo anterior, se propone identificar las convocatorias de Colciencias e Innpulsa que sean recurrentes o se repitan periódicamente, y convertirlas en programas multianuales al interior de estas entidades, con responsables y presupuestos establecidos. Con esta

---

<sup>2</sup> Algunos sectores tomados de las áreas estratégicas incluidas en el Conpes 3582 "Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación".



medida, se reducirían los costos de transacción, se disminuiría la incertidumbre sobre su continuidad y se aseguraría su presupuesto en el largo plazo.

Se requiere, además, fortalecer las alianzas entre Innpulsa y Colciencias con el sector financiero, y promover una mayor destinación de recursos de las empresas en actividades de CT&I. Lo anterior, con el fin de generar una cultura de apoyo a la formación de capital humano en el sector bancario y fomentar el surgimiento de emprendimientos dinámicos e iniciativas de innovación que sean independientes, o tan solo se apalanquen parcialmente, de la intervención estatal.

Otra necesidad es revisar -y hacer más viables- los requisitos y condiciones de las convocatorias de ciencia, tecnología e innovación de estas entidades. En muchos casos, los requisitos, en términos, por ejemplo, de contrapartida en especie, personal con experiencia dedicado al proyecto o gestión de calidad del solicitante- son excesivos y pueden llegar a excluir grupos de investigación nuevos y emprendimientos dinámicos con gran potencial de innovación. Este tipo de requisitos se deben graduar de acuerdo con el tamaño y experiencia en CT&I de los beneficiarios.

### ***Propuesta 2: Crear una sola Comisión Nacional de Competitividad y Ciencia, Tecnología e Innovación como órgano rector del Sistema de CT&I***

Se debe fusionar el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación en una sola Comisión Nacional de Competitividad y Ciencia, Tecnología e Innovación (CNC&CTI).

Esta nueva instancia estaría encargada de liderar la orientación del sistema nacional de CT&I. Sería encabezada por el Presidente de la República, coordinada por una Alta Consejería Presidencial dedicada exclusivamente a estos temas, contaría con una Secretaría Técnica conformada por el DNP, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Innpulsa, Colciencias, el Consejo Privado de Competitividad y Confecámaras, y sería apoyada por los ministerios y demás actores que forman parte de las dos instancias fusionadas.

La CNC&CTI se reuniría dos veces al año para hacer seguimiento al cumplimiento de la agenda de C&CTI. Contaría con tres subcomisiones técnicas de carácter permanente que se reunirían con mayor frecuencia. Serían las de i) Ciencia y Tecnología, ii) Competitividad, e iii) Innovación. Estas tres Subcomisiones reportarían a la Comisión.

***Propuesta 3: Desarrollar un esquema adecuado de vigilancia en las entidades de control para las actividades de CT&I***

Es necesario que exista una mayor comprensión y conciencia en los órganos de control sobre la naturaleza y riesgo inherente en los proyectos de ciencia, tecnología e innovación, y su importancia para el desarrollo económico y social del país en el largo plazo. Así mismo, es clave que exista claridad en estos organismos en que los fracasos de proyectos en una política de innovación son comunes y parte fundamental de su implementación exitosa. Para ello, se deben aplicar mejores prácticas internacionales y realizar las capacitaciones correspondientes en los órganos de control del país.

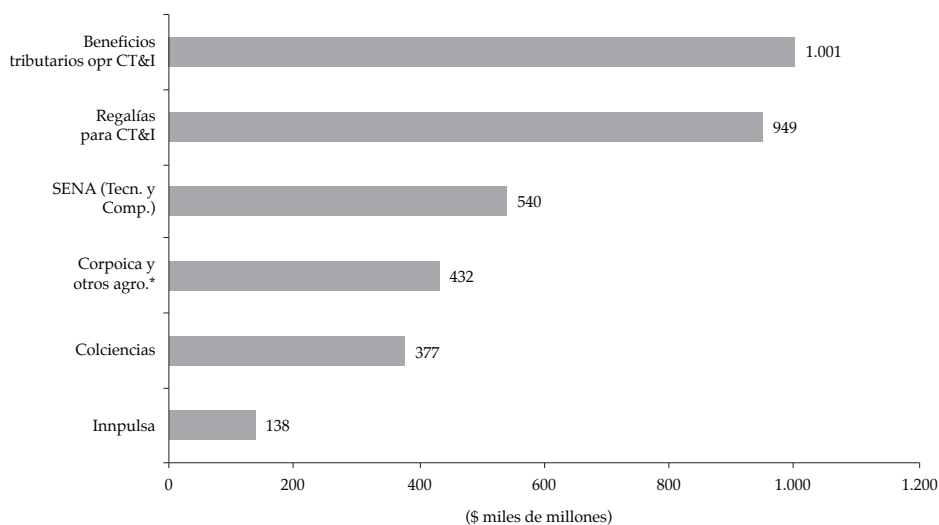
Se propone, adicionalmente, reglamentar la ley 1286 de 2009, que simplifica los procesos de contratación pública de bienes y servicios de ciencia, tecnología e innovación. En la actualidad, por temor a sanciones, la modalidad de contratación aplicada por los funcionarios públicos en este tipo de licitaciones de ciencia, tecnología e innovación corresponde a la fijada en la Ley 80, que no es adecuada para este tipo de proyectos en los que existe un retorno incierto y un alto nivel de riesgo.

## **2. Eje 2: financiación de la apuesta nacional por la innovación**

En los últimos años, se ha realizado un esfuerzo considerable por incrementar en Colombia los recursos públicos destinados a promover la ciencia, la tecnología y la innovación. No obstante, como se señala en secciones anteriores de este documento, las inversiones actuales aún son considerablemente inferiores a las de países de referencia. Adicional a esto, se evidencia, en

ocasiones, una falta de foco en su destinación y distribución. En el Gráfico 5, se presenta el presupuesto estimado para 2014 de los seis principales rubros públicos destinados a CT&I, a saber, i) el presupuesto de Innpulsa, ii) el presupuesto de Colciencias, iii) los recursos del SENA para desarrollo tecnológico y competitividad -según la Ley 344 de 1996-, iv) los beneficios tributarios para inversiones en ciencia, tecnología e innovación, v) el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (10% del total), y vi) el presupuesto de Corpoica y otras inversiones en CT&I para el sector agropecuario.

**Gráfico 5. Principales fuentes de recursos públicos estimados para ciencia, tecnología e innovación en 2014**



\* Notas: i) Beneficios tributarios: corresponde al valor presupuestado para 2012 (cabe resaltar que, en este año, tan solo el 33%, se ejecutó), ii) Regalías: se toma como base el monto aprobado en 2013 para proyectos de ciencia, tecnología e innovación, iii) Sena: Corresponde al 20% del presupuesto del Sena para 2014 (según disposición de la Ley 344 de 1996), iv) Colciencias: Presupuesto General de la Nación 2014, v) Innpulsa: corresponde al presupuesto 2014 para la Unidad de Desarrollo e Innovación y el Fondo iNNpulsa Mipyme, y vi) \*Agropecuario: incluye el presupuesto para 2014 de Corpoica (58,3 mil millones), más otras inversiones en actividades de CT&I del Ministerio de Agricultura, el ICA, la AUNAP, entre otros.

Fuente: Banco Mundial, RICYT, Foro Económico Mundial, Unesco, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Una lectura rápida de las recomendaciones que se presentan a continuación, es que el principal rubro indirecto para financiar actividades de ciencia, tecnología e innovación es el beneficio tributario, y las dos principales destinaciones directas provienen de los recursos de regalías para las regiones y del SENA. Esto lleva a concluir que los recursos de las entidades que definen la orientación de la política nacional de ciencia, tecnología e innovación y que orientan su ejecución nacional -Colciencias, Bancóldex, representado por Innpulsa, y Corpoica- son comparativamente bajos. A manera de ejemplo, se encuentra que los recursos de regalías para ciencia, tecnología e innovación destinados a Córdoba y Guajira, por ejemplo, son superiores a todo el presupuesto de Innpulsa, cuya cobertura es nacional y cuya competencia abarca la financiación o apalancamiento de proyectos de innovación y emprendimiento dinámico en todo el país.

No implica esto que se deba reducir el monto destinado a las regiones con recursos del sistema general de regalías. Constituye, más bien, un llamado de atención para incrementar los recursos de las entidades que definen y ejecutan los programas y proyectos nacionales de ciencia, tecnología e innovación y entregarles una mayor capacidad de orientación en las fuentes con mayores recursos.

***Propuesta 4: Simplificar los procesos para obtener beneficios tributarios por inversiones en CT&I***

Simplificar los procesos para solicitar y obtener los beneficios tributarios en ciencia y tecnología incluidos en la Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Estos deberán operar bajo un esquema sencillo y amigable a los negocios.

Para este propósito, se plantean las siguientes seis propuestas.

- ❑ Cambiar la Ley del Nacional de Desarrollo para que los beneficios tributarios apliquen, no solo para ciencia y tecnología, sino también para proyectos de innovación.

- ❑ Desarrollar campañas para promover la creación y certificación –por parte de Colciencias- de grupos de investigación al interior de las empresas.
- ❑ Modificar la disposición de la ley que determina que los proyectos deben ser presentados en coordinación con universidades, o centros y grupos de investigación acreditados por Colciencias. Se propone establecer un esquema con tres tipos de beneficios:
  - Deducción de 150% en los casos en que las empresas se presenten de forma individual.
  - Deducción de 175% en los casos en que las empresas se presenten en coordinación con una o varias universidades o centros o grupos de investigación acreditados propios o externos.
  - Deducción de 200% en los casos en que se presenten inversiones realizadas como parte de una alianza de dos o más empresas, y con el apoyo de una o varias universidades o centros de investigación acreditados.

La solicitud del beneficio tributario de los numerales b y c se podrá realizar en coordinación con grupos de investigación acreditados de las mismas empresas solicitantes, y también por universidades o centros de investigación extranjeros reconocidos.

- ❑ Modificar la Ley 1286 de 2009 para cambiar la composición del Consejo de Estímulos Tributarios -instancia encargada de resolver la aprobación de las solicitudes de beneficios tributarios por inversiones en ciencia y tecnología-. Una vez aprobado el cupo presupuestal para la asignación de estos beneficios -proceso en el cual participa la Dian y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público- correspondería a las autoridades que dirigen la estrategia de ciencia, tecnología e innovación, tomar las decisiones respectivas sobre la destinación de estos beneficios, en el marco del Consejo. Dado lo anterior, en reemplazo de la DIAN, se propone incorporar a Bancóldex, representado por Innpulsa, en dicho Consejo.

- ❑ Implementar una instancia previa –de carácter opcional- en el Departamento Nacional de Planeación, en la cual las empresas, en caso de duda, presenten proyectos de inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación que aún no han sido presentados al Consejo de estímulos tributarios, y el DNP -con base en una lista de criterios definida- evalúe si los proyectos cumplen con los requisitos para acceder a los beneficios tributarios estipulados en la norma. En caso de dudas, se podría solicitar la evaluación de un tercero, manteniendo la potestad del Consejo de Estímulos Tributarios de aprobarlo o rechazarlo.

Esta instancia -que inicialmente evaluaría proyectos de inversión en temas puntuales de CT&I como el licenciamiento de patentes o la solicitud de certificaciones de calidad- permitiría acortar tiempos en la toma de decisiones, y generaría mayor certeza en las empresas para el desarrollo y apalancamiento de sus proyectos de inversión en ciencia, tecnología e innovación.

- ❑ Introducir una instancia oral y de acompañamiento y capacitación dentro del proceso de presentación de los proyectos, con el objetivo de que los proponentes tengan la posibilidad de corregir problemas de forma en su solicitud, antes de radicar los proyectos (fuente: Consejo Privado de Competitividad 2013).

### ***Propuesta 5: Reformar la destinación de recursos para CT&I del Sistema General de Regalías y mejorar su operatividad***

#### **Distribución**

Reformar la Ley de Regalías (Ley 1530 de 2012), para modificar la destinación de los recursos del Fondo para Ciencia, Tecnología e Innovación, bajo el siguiente esquema. El 50% de los recursos se destinarían a un "Fondo Regional de Ciencia y Tecnología" con la distribución actual, y el 50% restante a un "Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación".

El primer fondo se destinaría a promover la ciencia, tecnología e innovación en las regiones, siguiendo la misma distribución y funcionamiento del actual sistema. Esto se complementaría con un aumento en la asignación de recursos para la preparación de proyectos, las mejoras en la capacidad de ejecución de los mismos, y la formación de grupos de investigación regionales. El 50% restante correspondiente al "Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación" se destinaría a promover las apuestas sectoriales y transversales de ciencia, tecnología e innovación.

El alcance e impacto de los proyectos financiados con este fondo se produciría en varias regiones. La OCAD de CT&I aprobaría los programas a financiar, pero la evaluación de los proyectos específicos estaría a cargo de Innpulsa y Colciencias, en sus respectivas competencias. La destinación de recursos de este Fondo se fundamentaría en la estrategia de ciencia, tecnología e innovación de largo plazo y las apuestas de clusters del país, y su ejecución estaría a cargo de Innpulsa y Colciencias -la primera para las convocatorias de innovación empresarial y emprendimiento dinámico, y la segunda para las de ciencia y tecnología-.

En el caso que una región no presente suficientes proyectos para acceder a los recursos de regalías en ciencia y tecnología que cumplan los requisitos establecidos, y por tanto, no ejecute la totalidad de los recursos que le sean asignados, se propone establecer un mecanismo para permitir, al año siguiente, la presentación de proyectos por parte del gobierno nacional o entes privados de la región -sin la necesidad que estos cuenten con el aval de las autoridades locales-. Estos proyectos -que estarán sujetos a su aprobación de la OCAD de CT&I podrán competir solo por los recursos del año anterior de ciencia y tecnología que no fueron asignados, y su destinación deberá ser exclusivamente para la región en cuestión.

## **Operación**

Estructurar un banco de proyectos de CT&I para que las regiones, especialmente las de menor nivel de desarrollo, puedan disminuir los esfuerzos,

costos y errores en la formulación de proyectos, al copiar y adaptar modelos que exitosamente hayan sido implementados en otras regiones.

Adicionalmente, se propone difundir y desarrollar incentivos -bajo modelos análogos a los planes padrino propuestos por el DNP para la ejecución de recursos de regalías en nutrición e infraestructura de agua y saneamiento- para que las empresas y universidades líderes del país apoyen técnica y financieramente a las regiones en la formulación y ejecución de proyectos del Fondo Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Como complemento a esto, es necesario promover un mayor uso de los recursos del Sistema General de Regalías para ciencia, tecnología e innovación vía el fortalecimiento de capacidades de las autoridades locales en la formulación de proyectos, y también en su ejecución. Para ello, se propone organizar un banco de datos de empresas consultoras nacionales y extranjeras que presten este tipo de servicios. Naturalmente se debe hacer un seguimiento a la calidad de sus servicios y, con ello, una calificación de las mismas.

***Propuesta 6: Mejorar la eficiencia y el potencial impacto de los recursos del SENA destinados a desarrollo tecnológico y competitividad***

Mejorar la eficiencia y el impacto de los recursos del SENA destinados, mediante la Ley 344 de 1996, a programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. Según estimaciones, el SENA debe invertir el 20% de su presupuesto en estos programas, lo que equivale, para el presupuesto de 2014, a más de 540.000 millones de pesos. Entre 2003 y 2012, estos recursos se destinaron principalmente a: equipos y mejoramiento de centros de formación (28%), giro de recursos a Colciencias (25%), plataformas TIC (20%), formación especializada en empresas (16%), innovación empresarial (7%), tecnoparques (3%), y financiación de estudios de postgrado (1%).

Con el objetivo de incrementar el impacto de estos recursos en la innovación empresarial y el emprendimiento dinámico, se proponen los siguientes cinco lineamientos para fortalecer la educación técnica y tecnológica del SENA:



- ❑ Establecer convenios interadministrativos entre el SENA e INNPULSA para la orientación y administración de recursos del Fondo Empezar hacia iniciativas de innovación y reestructurar los esquemas de destinación de recursos de este Fondo para financiar -con montos mayores por proyecto para que estos realmente generen impacto- emprendimientos de base tecnológica con alto potencial. Se propone, adicionalmente, incluir una fase de mentoring previa a la asignación de los recursos (Bitrán, Benavente y Maggi, 2011). Para este último punto, se requiere fortalecer las unidades de emprendimiento de los centros de formación de la entidad, los cuales deben cumplir esta función.
  
- ❑ Destinar recursos para fortalecer -y ampliar- los 15 tecnoparques del SENA y mejorar el acompañamiento a estos proyectos para su salida al mercado. Los Tecnoparques son incubadoras de emprendimiento de base tecnológica que están abiertos a todo público. Cuentan con equipos especializados (ej. prototipadoras, reverse scanners, laboratorios de biotecnología y nanotecnología, entre otros), y con gestores que acompañan los proyectos para que estos se conviertan en prototipos. El objetivo sería fortalecer los tecnoparques para que los prototipos que se desarrollen solucionen una necesidad real y se comercialicen en los mercados.
  
- ❑ Fortalecer los convenios que el SENA lleva a cabo con empresas. En estos convenios, el SENA provee y cofinancia programas de capacitación, pasantías y desarrollo tecnológico, y las empresas participan en las actividades de formación e investigación aplicada, y transfieren tecnología al SENA. En relación con este último punto, resulta fundamental asegurar que la transferencia de tecnología de las empresas al SENA sea pertinente y de alto impacto.
  
- ❑ Poner en marcha proyectos de investigación aplicada en los centros de formación del SENA. Así, se promovería la formación de grupos de investigación aplicada de carácter técnico y tecnológico, y se instaura-

ría una cultura de investigación e innovación en la fuerza laboral. Para este fin, se propone, adicionalmente, fortalecer en cantidad y calidad la vinculación de formadores y técnicos en áreas de tecnología -ya sean colombianos o extranjeros- a los centros de formación y a sus respectivos grupos de investigación.

- ❑ Realizar, con el Departamento Nacional de Planeación, evaluaciones de impacto periódicas a los programas beneficiarios de los recursos destinados a iniciativas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo de la Ley 344 de 1996.

Como complemento a estas propuestas, se propone crear en el SENA un centro de desarrollo curricular que promueva la actualización y pertinencia de las metodologías, técnicas, material y entorno de aprendizaje empleadas en la formación de técnicos y tecnólogos (Bitrán, Benavente y Maggi, 2011).

Adicionalmente, en relación con competencias complementarias, se requiere hacer más efectiva la implementación del marco nacional de cualificaciones y fortalecer su vínculo con el sistema de certificación de competencias laborales. Entre otros aspectos, es clave que el diseño de los pensum en universidades y centros de formación técnica y tecnológica se basen en necesidades transversales y sectoriales de las actividades productivas, por ejemplo, en competencias en idiomas, tecnologías de la información y las comunicaciones, emprendimiento dinámico, finanzas, mercadeo, entre otros.

### *Propuesta 7: Aumentar los recursos y fortalecer la estrategia de CT&I en entidades del orden nacional*

#### **Bancóldex - Innpulsa**

Asignar un espacio fiscal permanente, e incrementar, con apoyo de recursos del Presupuesto Público General de la Nación, el presupuesto de Innpulsa hasta equipararlo, como mínimo, al de Colciencias. Las convocatorias de

Innpulsa generalmente se encuentran sobre demandadas con un factor de dos a cinco veces los recursos disponibles.

La inversión con recursos del sector público en actividades de CT&I, como porcentaje del PIB, era de 0,23% para Colombia, frente a 0,54% para el agregado de América Latina en el 2012. Al sumar los montos de regalías esperados, y facilitando una plena utilización de los estímulos tributarios, la cifra de inversión del sector público en actividades de CT&I en Colombia podría aumentar hasta 0,5% del PIB. Es decir, si bien sería un incremento sustancial, se estaría acercando al promedio de la región, pero aun con valores inferiores a países como Argentina, Brasil y Chile.

Es clave también que se elimine la incertidumbre en la financiación anual de Innpulsa. Esta entidad no constituye, actualmente, un rubro específico de financiación o siquiera un proyecto de inversión del presupuesto nacional. Los recursos que recibe se dan a través de transferencias o por convenios específicos vinculados a proyectos de otras entidades.

Se requiere, adicionalmente y en este mismo sentido, generar, entre el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y Bancóldex, una mayor flexibilidad en el flujo de caja de la entidad, para así agilizar la asignación y giro de recursos. Se propone que se cree un espacio fiscal para Innpulsa que le permita alcanzar un presupuesto anual de al menos \$300.000 millones, que es tan solo alrededor del 0,05% del PIB.

Por otra parte, se propone extender las redes de Innpulsa para acercarla más a las regiones de Colombia, por lo menos, en un principio, estableciendo oficinas y puntos de apoyo en los principales centros económicos del país.

## **Colciencias**

Aumentar, año a año, el presupuesto de libre disponibilidad de Colciencias para que la entidad apalanque, de forma efectiva, a través de regalías regionales, las capacidades en ciencia y tecnología, y pueda, asimismo, financiar proyectos con sus propios recursos en los casos en que no pueda orientarlos a través del Sistema General de Regalías.

## **Departamento Nacional de Planeación**

Reorganizar el funcionamiento interno del Departamento Nacional de Planeación, para separar su labor operativa en el Sistema General de Regalías, de sus funciones tradicionales de planeación, orientación y evaluación de políticas para el desarrollo económico y social del país. Para ello, es crítico que el Ministerio de Hacienda y Crédito Público apruebe recursos para ampliar la planta de personal de esta entidad, para que así cuente con más funcionarios que puedan asistir a las OCAD y evaluar los proyectos allí presentados. En relación con el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, el DNP juega un papel central en apoyar a las regiones a mejorar sus capacidades para estructurar los proyectos, y en evaluar estos proyectos para la toma de decisiones en el OCAD, en el cual la entidad tiene voto.

## **Corpoica**

Fortalecer estructural y financieramente a Corpoica para que esta entidad se convierta en el impulsor del desarrollo científico y la transferencia tecnológica del sector agropecuario colombiano. Para este propósito, además de aumentar su presupuesto y mejorar su funcionamiento organizacional y administrativo, se requiere fortalecer su coordinación con Colciencias e Innpulsa, así como con agentes públicos y privados como los centros de investigación agrícolas (CENIs), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y las universidades nacionales y locales.

## **Ministerios y entidades adscritas**

Incrementar el presupuesto de ciencia, tecnología e innovación de las entidades ejecutoras del Gobierno Nacional, especialmente en los Ministerios de Defensa Nacional, Agricultura y Desarrollo Rural -representado por Corpoica-, y Tecnologías de Información y Comunicaciones, así como de

sus entidades adscritas vinculadas a actividades CT&I. Se debe fomentar un esquema de alianzas estratégicas entre los ministerios y Colciencias e Innpulsa, según sea el caso.

### **Proexport y Marca País**

Avanzar en el posicionamiento internacional de Colombia como un "Emerging Venture Nation"<sup>3</sup>. Para ello, se requiere incorporar la ciencia, la tecnología, la innovación y el emprendimiento en la iniciativa de marca país -resaltando los casos de éxito-, y en la política de atracción de inversión de Proexport se propone, entre otras medidas, desarrollar campañas en el exterior de promoción de la calidad de vida en las ciudades de Colombia y el potencial y atractivo de poner en marcha o financiar emprendimientos innovadores en el país, por ejemplo, a través de la atracción de fondos de capital de riesgo, capital semilla o ángeles inversionistas al país.

Por otra parte, en términos de promoción de exportaciones, se propone fortalecer el papel de Proexport en la estrategia de ciencia, tecnología e innovación, poniendo en marcha programas y proyectos de apoyo y acompañamiento a empresarios, universidades y centros de investigación, en el licenciamiento y comercialización de tecnologías en el exterior.

### **Estadísticas de CT&I**

Ampliar la Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico (EDIT) del DANE para incluir otros sectores económicos, adicionales a los servicios y la industria manufacturera, tales como la agricultura o las actividades minero-energéticas. Adicionalmente, se requiere aumentar su frecuencia para que esta sea anual y cubra, en estos períodos, todas las actividades productivas. Se propone, además, aumentar el alcance del Observatorio Colombiano de

---

<sup>3</sup> Nombre tomado de la iniciativa propuesta por Innpulsa.

Ciencia y Tecnología para incluir también la innovación empresarial y el emprendimiento dinámico dentro de su alcance de investigación.

### **3. Eje 3: cultura de ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento**

Para que la innovación se convierta en el motor de desarrollo de la economía colombiana, es fundamental que esta se impregne al interior de los diversos componentes de la sociedad, el estado y la actividad empresarial y académica. Los modelos exitosos de países que han dado el salto hacia el progreso mediante la ciencia, tecnología e innovación, lo han logrado gracias a la confluencia de intereses públicos, privados y académicos que se han alineado en la misma dirección.

Una cultura de innovación implica un estado que prioriza la ciencia, tecnología e innovación como un política de interés nacional que sobrepasa gobiernos, alineaciones políticas o volatilidades económicas, unas empresas compitiendo en los mercados internacionales con bienes y servicios de vanguardia, y un sector académico e investigador dinámico, que está en constante contacto con el sector privado, y que produce desarrollos científicos y tecnológicos que se adaptan a las fluctuaciones de demanda y que son atractivos para los mercados.

#### ***Propuesta 8: Promover universidades y centros de investigación orientados a la innovación***

Modificar los esquemas de generación de ingresos e incentivos de profesores universitarios -especialmente en universidades públicas- para permitir a los docentes generar ingresos adicionales, por ejemplo, a través de spin-offs o asesorías y consultorías empresariales. Adicionalmente, se requiere re-evaluar los esquemas de compensaciones al profesorado –incluyendo aquellos de universidades públicas- para que se premien los desarrollos en ciencia, tecnología e innovación en forma de propiedad intelectual y emprendimientos, y no solo en forma de publicaciones.

Para impulsar estos procesos de mayor vinculación de la academia al mundo empresarial, se propone también promover la participación de empresarios del sector privado en las juntas directivas de universidades, tanto públicas como privadas. Adicionalmente, es fundamental apoyar, mediante líneas de financiación y programas de acompañamiento, la creación de centros de licenciamiento y comercialización de tecnología en universidades, así como sistemas de información para la coordinación de estos con oficinas de transferencia tecnológica regionales.

Un caso internacional interesante de este tipo de modelos es el Technology Licencing Office de MIT. En el ámbito nacional, sobresale el caso de la red Secopind. Estos dos casos son descritos, con mayor detalle, en el Anexo 2.

Por su parte, como estrategia para mejorar los estándares operativos y de calidad de las universidades, y así gestionar mejor estos nuevos retos, se propone aumentar los recursos públicos -a través de subsidios y esquemas de cofinanciamiento- para promover la certificación nacional e internacional de universidades y centros de formación e investigación.

Los centros de investigación sectoriales o transversales juegan también un papel preponderante en el desarrollo científico, la adaptación tecnológica y la aplicación del conocimiento en los mercados.

Se propone hacer una revisión de los Centros de Investigación avalados por Colciencias, identificar los de mayor potencial con base en sus resultados y considerando su alineamiento con las apuestas sectoriales o de clúster en las regiones, y poner en marcha una política para fortalecer sus capacidades de investigación, desarrollo tecnológico, y conocimientos sobre licenciamiento y comercialización de tecnología. Adicionalmente, como se menciona en un punto anterior, resulta pertinente promover y facilitar la certificación por parte de Colciencias de los centros de investigación y desarrollo de las empresas.

Se requiere, adicionalmente, facilitar y apoyar, con recursos públicos de Colciencias y de privados, la creación de centros de investigación en competencias como biotecnología, genética, tecnologías de información y comunicaciones o nanotecnología, que sean transversales, y de utilidad,

para las empresas o centros de investigación sectoriales. Esto permitiría superar una visión sectorial por una orientada a proveer competencias y capacidades transversales, por ejemplo, en análisis de materiales, bioprospección, o nanotecnología.

En el sector agropecuario, se requiere promover el fortalecimiento de los centros de investigación agropecuaria (CENIs), y la posible creación de otros, y disponer de mecanismos e incentivos que promuevan la sinergia y la cooperación efectiva de estos con los actores del sistema de CT&I agropecuario. Para este fin, se resalta la importancia de promover una agenda de trabajo -que incluya capacitaciones y transferencias de tecnología- de los diferentes agentes públicos y privados con el CIAT (Junguito y Perfetti, 2014).

### ***Propuesta 9: Crear un programa integral de innovación abierta***

Innpulsa debe poner en marcha una estrategia integral de innovación abierta mediante una plataforma virtual que integre las necesidades en innovación de empresas en Colombia, con la oferta de soluciones de investigadores, universidades, particulares y empresas en el país.

En esta plataforma se presentaría, además, información actualizada de los diversos instrumentos del gobierno y las autoridades locales -incluyendo convocatorias de Colciencias, Innpulsa, entre otras- para financiar proyectos de ciencia, tecnología e innovación.

Esta plataforma podría integrarse con otras redes de innovación abierta en Colombia, la región o el mundo, por ejemplo Innoversia -la red de innovación abierta disponible para las más de 1200 universidades de 23 países hispanohablantes que forman parte de Universia-, E.N.L.A.C.E.S. -la red de cuatro escuelas de negocio de Latinoamérica, incluyendo la Universidad de los Andes, creada para apoyar la gestión empresarial de proyectos de innovación- o Innocentive -la red global de innovación abierta a través de la cual organizaciones publican problemas tecnológicos para ser resueltos por investigadores y científicos en todo el mundo-.



***Propuesta 10: Promover la consolidación o creación de oficinas de transferencia tecnológica en las regiones***

Apoyar -mediante esquemas de cofinanciamiento entre el gobierno nacional, las autoridades locales y el sector empresarial- el establecimiento de oficinas de protección y comercialización de tecnología en las regiones. Para ello, se pueden revisar casos internacionales de Oficinas de Transferencia Tecnológica consorciadas tales como Uniquest en Australia u Ontario, o las Technology Transfer Offices (TTO), basadas en el Bay Dole Act, de Estados Unidos (Bitrán y Maggi 2011).

Las Oficinas de Transferencia Tecnológica tienen por objeto crear redes de asociados industriales, establecer directrices para la comercialización del resultado de las investigaciones y administrar los derechos de propiedad intelectual de las universidades, parques científicos y semilleros (Maloney y Perry, 2006).

En estas oficinas se podrían, adicionalmente, desarrollar campañas de capacitación, difusión y sensibilización -en asocio con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, las Cámaras de Comercio, la Andi y la Superintendencia de Industria y Comercio- con el objetivo de formar y ofrecer asesoría y sistemas de información a universidades, centros de investigación y pequeñas y medianas empresas, sobre los trámites para registrar propiedad intelectual y las estrategias para potenciar su aprovechamiento y comercialización en el país y el exterior.

***Propuesta 11: Promover la asociatividad y el fortalecimiento de las pymes para el desarrollo de proyectos de ciencia, tecnología e innovación de impacto regional***

Dar prioridad, o mayores beneficios, en la asignación de recursos públicos de los fondos destinados a iniciativas empresariales de ciencia, tecnología e innovación, a proyectos que involucren asociatividad o cooperación entre empresas o de empresas con universidades y centros de investigación. Cabe resaltar que esto no implica supeditar la aprobación de los recursos

públicos a la existencia de algún esquema asociativo, sino darles prelación, en igualdad de condiciones, a estos esquemas en las convocatorias.

Adicionalmente, se resalta la importancia de ampliar las iniciativas para proveer incentivos y apoyo financiero a proyectos de innovación de empresas ancla con sus proveedores u otros eslabones de sus cadenas productivas. Un punto fundamental en estas iniciativas es generar una cultura de innovación en las áreas de compras de las grandes empresas.

Se sugiere, en este sentido, orientar recursos para cofinanciar, por un periodo determinado de tiempo, a los responsables de impulsar, en las empresas ancla, el desarrollo de proveedores; en particular, en áreas como la minero-energética donde las empresas tienden a convertirse en enclaves en las regiones.

En este sentido, es fundamental fortalecer la capacidad de crecimiento de las pequeñas y medianas empresas con potencial innovador. Para ello, se propone canalizar recursos públicos para subsidiar un trabajador especializado, por ejemplo un ingeniero o tecnólogo de planta, durante un período de tiempo determinado, para apoyar los procesos de modernización y adaptación tecnológica en pequeñas y medianas empresas. Esto se podría apoyar, al menos en la parte tecnológica, con recursos del SENA de la Ley 344 de 1996.

Adicionalmente, se requiere poner en marcha, en un esfuerzo coordinado entre el SENA, las Cámaras de Comercio y las agremiaciones empresariales, programas para capacitar directivos de pymes innovadoras de alto crecimiento -nuevas o consolidadas- en buenas prácticas de gestión administrativa. Como complemento, se podrían ofrecer líneas de subsidios o cofinanciación para que emprendimientos dinámicos y pymes innovadoras contraten, durante sus fases de transición, capital humano de alta calidad o asesorías puntuales en gestión administrativa.

Por su parte, resulta fundamental identificar los clusters o cadenas productivas priorizadas por las regiones o departamentos del país, y dar prioridad a estas actividades en la asignación de recursos o programas de apoyo del Estado en materia de ciencia, tecnología e innovación, en particular con los recursos de regalías. Para ello, es crítico fortalecer las

instancias de coordinación regionales, por lo cual se propone, adicionalmente, integrar a todas las instancias de coordinación regional en materia económica (Comisiones Regionales de Competitividad, Comisiones Regionales o Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología, Comités Universidad-Empresa-Estado, entre otros) en una única organización. Para este propósito, se podría organizar una asignación de presupuesto nacional para que cofinancie recursos con las cámaras de comercio y asegure una adecuada secretaria técnica en cada comisión regional.

***Propuesta 12: Apoyar los procesos de maduración de los emprendimientos de alto valor agregado, y establecer un entorno propicio para el emprendimiento dinámico***

El proceso de creación de empresas sostenibles y que aporten al proceso de integración del país a la economía mundial requiere de una política de acompañamiento y estímulos inexistente en el país.

Dado esto, se propone incrementar las líneas de crédito de Bancóldex para financiar fondos de capital semilla. En paralelo, es clave destinar más recursos de Innpulsa en convocatorias que promuevan y apoyen el desarrollo de empresas spin off de innovación que resulten de convocatorias previas de ciencia y tecnología de Colciencias, o de innovación de Innpulsa.

Así mismo, se requiere ofrecer y promover capacitaciones gratuitas, a los líderes de estos emprendimientos innovadores, en el SENA u otras entidades pertinentes, en coordinación con Innpulsa. Estas capacitaciones se orientarían, con la asesoría del SENA, hacia un ejercicio de aprendizaje de las principales limitaciones que ocasionaron el fracaso del emprendimiento, por ejemplo, en gestión administrativa, idiomas, calidad del producto, entre otros. Para el emprendedor, es crítico aprender sobre su experiencia empresarial y capacitarse en las competencias que afectan su exitoso desarrollo, y para el Gobierno, en particular para el SENA, es de gran utilidad estar constantemente actualizado sobre las competencias que los mercados exigen a los nuevos emprendedores.

Reducir el tiempo y simplificar los trámites de los procesos de insolvencia de las empresas. Demoras y sobrecostos en estos procedimientos afecta el costo del fracaso de los emprendedores. Se propone establecer un protocolo expedito para los casos de compañías de menos de tres años de existencia que estén a paz y salvo con las autoridades y el sistema financiero.

Dado lo anterior, se propone también que el SENA e Innpulsa prioricen esfuerzos en reunir a emprendedores de actividades de ciencia, tecnología e innovación que si bien han fracasado son de alto potencial, recopilar y hacer seguimiento de sus respectivos casos, poner en marcha líneas de investigación para identificar patrones y falencias puntuales que condujeron al fracaso de estos emprendimientos, y orientar su estrategia de formación técnica y tecnológica con base en los resultados de este ejercicio.

Por otra parte, con el objetivo de propiciar, desde etapas tempranas, una cultura de emprendimiento e innovación entre los jóvenes, resulta pertinente reglamentar y destinar más recursos para implementar la Ley de Emprendimiento, especialmente en lo relacionado con la inclusión de actividades y ejercicios de emprendimiento en la educación media, técnica, tecnológica y universitaria.

Así mismo, se propone desarrollar convenios entre el gobierno nacional y agremiaciones de empresas -o facultades de administración de empresas, de derecho, de diseño entre otras- que ofrezcan servicios complementarios al desarrollo de emprendimientos innovadores -por ejemplo servicios legales para la constitución de empresas o la protección de la propiedad intelectual, servicios de diseño e imagen corporativa, servicios de contabilidad y gestión financiera, entre otros- para proveer estos servicios sin costo a los emprendedores durante sus primeras etapas. En estas primeras etapas, el estado actuaría de garante y aportaría los recursos a las empresas que provean sus servicios a emprendimientos que fracasen<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> En estos proyectos, se buscaría que los emprendedores mantuvieran los mismos proveedores una vez la empresa empiece a generar ingresos. En los casos de convenios con universidades, se buscarían vincular, mediante contratos de trabajo o pasantías, a los estudiantes que hayan apoyado, durante sus primeras etapas, a estas empresas innovadoras.

Esta modalidad de servicios complementarios gratuitos para emprendimientos innovadores de alto potencial es, incluso sin la intervención de las autoridades públicas, frecuente en centros de alto dinamismo empresarial como Silicon Valley. En el caso colombiano, se podría comenzar esta iniciativa a través un proyecto conjunto entre Innpulsa -que abriría las convocatorias para emprendedores innovadores- y el PTP -que buscaría sinergias con empresas proveedoras de estos servicios en algunos sectores incluidos en el programa como tercerización de negocios, software, tecnologías de información, e industrias gráficas-

#### **4. Eje 4: capital humano para la CT&I**

El talento humano es uno de los componentes centrales de una estrategia exitosa de ciencia, tecnología e innovación. La atracción de inversión extranjera directa o la transferencia de tecnología son instrumentos clave en las etapas iniciales del camino hacia la consolidación de una economía basada en el conocimiento. No obstante, en el largo plazo, la base de la estrategia inevitablemente se deberá fundamentar en el capital humano y el desarrollo científico propio.

##### ***Propuesta 13: Promover una mayor participación de las ciencias puras y las ingenierías en la educación superior***

Establecer condiciones diferenciales más favorables en las becas y créditos de educación superior ofrecidas por el Icetex y Colciencias -en cuanto a las tasas y los tiempos y mecanismos de pago- para promover una mayor participación de carreras universitarias, técnicas, tecnológicas, maestrías y doctorados en áreas priorizadas por Colciencias y el Departamento Nacional de Planeación, y basadas en las apuestas productivas regionales.

Se buscaría, mediante este mecanismo, una mayor participación de becas en áreas de ingenierías, ciencias puras, medio ambiente, y diseño. La priorización de las áreas estratégicas se actualizaría anualmente en la Comisión Nacional de Competitividad & Ciencia, Tecnología e Innovación,

con base en las tendencias globales, las apuestas regionales de clústeres, y las dinámicas de demanda del sector privado colombiano.

Sobresale, en este sentido, la importancia de incrementar las becas e incentivos a las carreras profesionales y los estudios de maestría y doctorado en ciencias y demás disciplinas agropecuarias. Esta apuesta se podría financiar con una porción de los recursos de transferencia dirigidas a la investigación agrícola, con los actuales fondos parafiscales del sector, y con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (Junguito y Perfetti, 2014).

***Propuesta 14: Generar mayores incentivos para la carrera profesional de investigadores***

Abrir convocatorias para financiar, con recursos públicos y durante un período determinado de tiempo, un porcentaje del sueldo de doctores y magísteres en ingeniería y ciencias que las empresas contraten para proyectos de innovación. Los beneficiarios de este subsidio pueden ser investigadores colombianos o extranjeros.

Adicionalmente, se propone aumentar los recursos de los programas de recuperación contingente, ondas y jóvenes investigadores de Colciencias. Estos programas constituyen la base para mejorar las perspectivas de los investigadores de realizar una carrera académica en el país. Mediante de estos fondos, se busca recompensar la excelencia en investigación y desarrollo, y promover la vocación y divulgación científica (Bitrán y Maggi, 2011). Como complemento a esto, se considera pertinente promover, con el apoyo de recursos públicos, plataformas de comunicación interuniversitarias e interdisciplinarias para investigadores. Esto, con el objetivo de conectar investigadores con sus pares en Colombia y en otros países, y promover proyectos de investigación conjuntos entre ellos.

Por otra parte, se sugiere poner en marcha líneas de financiamiento en el SENA, Icetex y Colciencias -y promover la destinación de recursos de regalías para ciencia, tecnología e innovación- hacia a la capacitación continua de profesores e investigadores, en todos los niveles educativos, no solo en

sus áreas de competencia, sino también en aspectos complementarios como idiomas, emprendimiento, finanzas, o mercadeo. Es fundamental que se dé en el país una revolución al modelo pedagógico, con miras a avanzar hacia una educación media y superior para el emprendimiento y la innovación.

***Propuesta 15: Atraer capital humano residente en el extranjero para apoyar proyectos de ciencia, tecnología e innovación***

Impulsar la estrategia para atraer la diáspora colombiana formada o vinculada a actividades de ciencia, tecnología e innovación en el exterior a regresar al país, o a estrechar sus vínculos con empresas, universidades, centros de investigación o entidades gubernamentales o locales. En esta materia, es de resaltar la reciente estrategia de Colciencias de atraer a colombianos muy capacitados que trabajan actualmente en el exterior. Asimismo, se destaca el Conpes sobre repatriación -que se encuentra actualmente en proceso de elaboración en el DNP- el cual deberá ser complementado con las normas y acciones a que haya lugar.

Como complemento a estos esfuerzos, es crítico que la atracción de talento humano residente en el exterior se convierta en un propósito de todo el gobierno -liderado por la Presidencia de la República, y apoyado por la Cancillería, el Departamento Nacional de Planeación, Colciencias, y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo- y que esta iniciativa abarque, no solo a la diáspora de colombianos, sino también a extranjeros capacitados que cuenten con conocimientos no disponibles en cantidad o calidad suficiente en el país. Para ello, es necesario seguir adelante con la iniciativa de facilitar el proceso de expedición de visas para extranjeros<sup>6</sup>, particularmente para emprendedores y en campos relacionados con la ciencia, la tecnología, las ingenierías, y el diseño. Se propone, como complemento a esto, fomentar, mediante apoyos financieros o acompañamiento, la contratación permanente o transitoria de trabajadores extranjeros especializados en áreas de ciencia, tecnología e innovación en empresas, gobierno, universidades, centros de investigación, entre otros. Países como

Francia, Reino Unido, España, Singapur, Alemania y Holanda activamente promueven y llevan a cabo este tipo de estrategias.

## **5. Análisis de facilidad-impacto de las propuestas**

En la matriz del Gráfico 6, se presenta un análisis de facilidad-impacto de las 15 propuestas de política detalladas en las secciones anteriores de este capítulo. Como se evidencia en la matriz, las acciones de mayor impacto se concentran en el incremento de recursos para actividades de ciencia, tecnología e innovación, el fortalecimiento institucional para canalizar mejor estos recursos, y en promover la consolidación de centros de investigación de talla mundial, y universidades y regiones orientadas a la innovación y las necesidades de los mercados.

## **6. Algunas consideraciones adicionales**

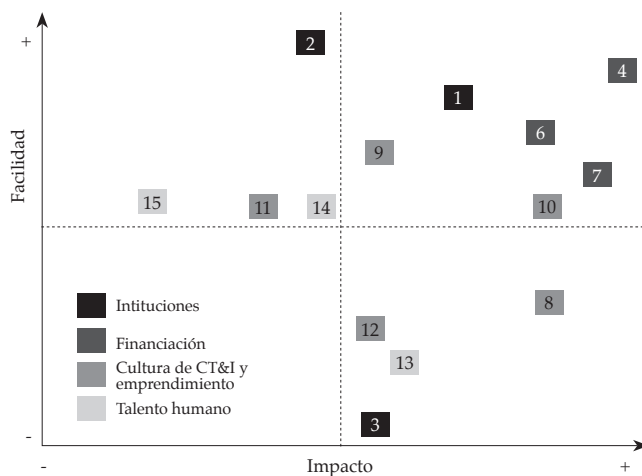
Una adecuada promoción de la innovación y el emprendimiento dinámico depende, no solo de estrategias directas y focalizadas, sino también de medidas indirectas que mejoren el entorno de negocios. Así como la ciencia y la tecnología dependen de la innovación, la innovación depende, a su vez, de un adecuado funcionamiento de los mercados y de unas capacidades gerenciales que permitan introducir y posicionar con éxito bienes y servicios nuevos.

En otras palabras, el desarrollo exitoso de un emprendimiento innovador depende del entorno de competitividad en que se rodee. Se requiere, en este sentido, unas condiciones de competencia libres y justas, bajos costos de producción, alta apropiabilidad de las inversiones, unos mercados abiertos a la competencia internacional, seguridad física y jurídica, tramitología simple y expedita, entre otros.

Para alcanzar este propósito, existen múltiples acciones que el país debe abordar. Detallar este compendio de iniciativas y reformas se sale del alcance de este informe. No obstante, es importante recalcar que el éxito de una estrategia comprensiva para promover la ciencia, la tecnología, la



**Gráfico 6. Matriz de facilidad-impacto de las propuestas en ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento -numeradas según numeración de propuestas del documento-**



- Propuesta 1: Consolidar a Bancóldex como Banco de Desarrollo y a Colciencias como impulsor de la investigación y el desarrollo científico
- Propuesta 2: Crear una sola Comisión Nacional de Competitividad y Ciencia, Tecnología e Innovación como órgano rector del Sistema de CT&I
- Propuesta 3: Desarrollar un esquema adecuado de vigilancia en las entidades de control para las actividades de CT&I
- Propuesta 4: Simplificar los procesos para obtener beneficios tributarios por inversiones en CT&I
- Propuesta 5: Reformar la destinación de recursos para CT&I del Sistema General de Regalías y mejorar su operatividad
- Propuesta 6: Mejorar la eficiencia y el potencial impacto de los recursos del Sena destinados a desarrollo tecnológico y competitividad
- Propuesta 7: Aumentar los recursos y fortalecer la estrategia de CT&I en entidades del orden nacional
- Propuesta 8: Promover universidades y centros de investigación orientados a la innovación
- Propuesta 9: Crear un programa integral de innovación abierta
- Propuesta 10: Promover la consolidación o creación de oficinas de transferencia tecnológica en las regiones
- Propuesta 11: Promover la asociatividad y el fortalecimiento de las pymes para el desarrollo de proyectos de ciencia, tecnología e innovación de impacto regional
- Propuesta 12: Apoyar los procesos de maduración de los emprendimientos de alto valor agregado, y establecer un entorno propicio para el emprendimiento dinámico
- Propuesta 13: Promover una mayor participación de las ciencias puras y las ingenierías en la educación superior
- Propuesta 14: Generar mayores incentivos para la carrera profesional de investigadores
- Propuesta 15: Atraer capital humano residente en el extranjero para apoyar proyectos de ciencia, tecnología e innovación.

Fuente: Elaboración propia.

innovación y el emprendimiento como motores para el desarrollo del país implica, necesariamente, fortalecer también el entorno de competitividad, promover la competencia de los mercados, e incentivar las capacidades y conocimientos gerenciales de los impulsores de este tipo de iniciativas.



## CAPÍTULO CUATRO

# Conclusiones

Tres conclusiones saltan a la vista de este informe. La primera es el papel preponderante que juegan la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo social y económico de largo plazo de las naciones. La segunda, es el importante rol del gobierno y las autoridades locales para abordar fallas de mercado y promover un entorno de generación de conocimiento, emprendimiento dinámico e innovación empresarial. Y la tercera, quizás la más importante, es que la estrategia de ciencia, tecnología e innovación debe girar alrededor de las empresas y los emprendedores.

Dado lo anterior, y considerando los planteamientos presentados en este informe, resulta evidente la alta rentabilidad económica y social que significa para un país apostarle a la ciencia, la tecnología, la innovación y el emprendimiento dinámico. En el caso colombiano, dado su proceso reciente de internacionalización y su coyuntura económica actual, esta conclusión resulta, en estos momentos, especialmente certera. Por ello, una estrategia de ciencia, tecnología e innovación -fundamentada en el capital humano, la generación de conocimiento, el emprendimiento dinámico y la innovación productiva, y soportada por unas instituciones fuertes y articuladas, y un entorno de competitividad propicio para el desarrollo de negocios- constituye, para Colombia, una apuesta estructural de largo alcance con mucho para ganar, y poco para perder.

En la introducción de este documento se esbozaron tres hipótesis sobre la estrategia de ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento dinámico de Colombia en los últimos años. Primero, se observa que los esfuerzos, si bien correctamente orientados, son insuficientes y en particular han sido desordenados y descoordinados al interior del Estado y en su relacionamiento con el sector privado y la academia. Segundo, ha faltado una priorización más aguda en la asignación de los recursos públicos, la orientación de las políticas y el enfoque de los programas estatales. Y tercero, la estrategia de

ciencia, tecnología e innovación de Colombia ha estado paradójicamente alejada del actor que debe ser su principal protagonista: el sector empresarial. El desafío es corregir estas fallas.

El entorno coyuntural que enmarca el período presidencial 2014-2018 es, en la historia de Colombia, quizás el más propicio –incluso de pronto el único– en el que realmente se cuenta con las bases, el consenso y la apremiante necesidad de demostrar con hechos y recursos un compromiso real con la ciencia, la tecnología y la innovación. El Plan de Desarrollo 2014 – 2018 constituye, a su vez, el mecanismo más próximo, y además más eficiente, para iniciar con pie derecho la aceleración de esta estrategia -impulsada en el actual Plan de Desarrollo-. Es claro que el país no da espera para dar el salto hacia el progreso, y más claro aún, que el vehículo idóneo para este propósito es una cultura innovación que gire alrededor de las empresas y los emprendimientos económicos y sociales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atkinson, Robert and Ezell, Stephen (2012) "Innovation Economics" Yale University Press
- Arbeláez, M.A., Parra, M. (2011) "Innovation, R&D Investment and Productivity in Colombian Firms". BID.
- Bitrán, E., Benavente, J., y Maggi, C. (2011) "Bases para una estrategia de innovación y competitividad para Colombia"
- Christensen, Clayton (2003) "The Innovator's Solution" Harvard Business School.
- Consejo Privado de Competitividad (2013) "Informe Nacional de Competitividad 2013-2014. Bogotá."
- Consejo Privado de Competitividad (2012) "Informe Nacional de Competitividad 2011-2012. Bogotá".
- Departamento Nacional de Planeación (2008) "Política nacional de Competitividad y Productividad. Documento Conpes 3527.
- Departamento Nacional de Planeación (2009) "Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación" Documento Conpes 3582.
- Departamento Nacional de Planeación (2011): Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos". Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación (2011): Bases para una estrategia de innovación y competitividad para Colombia. Bogotá.
- Devlin R., Moguillansky, G. (2008): "La innovación y el desarrollo exportador en el marco de las alianzas público-privadas". CEPAL.
- OCDE (2013): Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia, evaluación general y recomendaciones.
- Govindarajan, Vijay and Trimble, Chris (2012) "Reverse Innovation" Harvard Business Publishing.
- Hausmann, Ricardo y Dani Rodrik (2003): Economic Development as Self-Discovery. John F. Kennedy School of Government, Universidad de Harvard. Estados Unidos.
- Junguito, R., Perfetti, J.J. (2014): "Desarrollo de la Agricultura Colombiana". Próximamente en Cuadernos de Fedesarrollo. Fedesarrollo. Bogotá.
- Lewis, William (2004) "The Power of Productivity" Chicago University Press.
- Manrique, F. (2013) "Los retos de la política de innovación I, II y III". Obtenido del blog "Ciudadano Global", <http://ciudadanoglobalfm.blogspot.com/>.

Maloney, W.F. y Perry, G. (2005) "Hacia una Política de Innovación Eficiente en América latina" Revista de la Cepal, 87, 25-44.

Moore, Geoffrey (2005) "Dealing with Darwin" Portfolio Trade.

Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2012): "Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012".

Osterwalder, Alexander (2010) "Business Model Generation" Wiley.

Parra, M. (2013): "Exenciones fiscales para I+D+i, experiencias en América Latina y retos pendientes. Evaluación del Caso Colombiano."

Perfetti, Juan José, (2010) "Ciencia, Tecnología e Innovación (CT+I)" en Colombia 2010-2014: Propuestas de Política Pública. CAF y Fedesarrollo.

Perry, Guillermo (2005): Hacia una política de innovación eficiente en América Latina. Revista de la Cepal 87. Chile.

Senor, Dan and Singer, Saul (2009) "Start-up Nation" Twelve.

Sloane, Paul (2011) "A Guide to Open Innovation and Crowdsourcing: Advice from Leading Experts on the Field" Kogan Page Limited.

## ANEXOS

### **Anexo 1. Revisión y evaluación del esquema institucional, las políticas, los programas y la normatividad del país en ciencia, tecnología e innovación**

#### *Repaso histórico*

El historial de esfuerzos del país para promover la ciencia, la tecnología y la innovación es extensa y sus resultados variados. En las décadas de 1950 y 1960 se dieron los primeros pasos. Se crearon o reestructuraron institutos públicos tecnológicos o de capacitación, como el Icetex, el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), el ICA, el Ingeominas, el Instituto Nacional de Salud, el Inderena, el Himat, entre otros. Se estableció, además, el Programa Fulbright con Estados Unidos, y el país comenzó a participar más activamente en conferencias internacionales sobre desarrollo científico y tecnológico.

Fueron avances iniciales enfocados especialmente en la capacitación del capital humano y la adaptación tecnológica de sectores tradicionales del país. Este esfuerzo llevó a la necesidad de consolidar instituciones e instrumentos que articularan y financiaran estas iniciativas. Por ello, en 1968, se constituyó Colciencias, y se crearon el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas".

Durante las próximas dos décadas, se emprenderían, con insuficiente enfoque, iniciativas de importancia, tales como la firma de convenios entre entidades públicas en proyectos de ciencia y tecnología, el giro de créditos cuantiosos por parte de organismos multilaterales como el BID, la elaboración de las primeras estrategias, planes e instrumentos comprensivos para promover el desarrollo científico y tecnológico en el país, la conformación de los primeros grupos de investigación acreditados, y el fortalecimiento de centros de investigación y capacitación sectoriales.

En las décadas de 1990 y 2000, se avanzaría en la normatividad referente a la ciencia, la tecnología y la innovación. Se aprobaría, entre otras, leyes como la 344 de 1996 -que aumentaría los recursos del SENA en CTI-,



la 1014 de 2006 -para promover el emprendimiento innovador- y la 1286 de 2009 -que convertiría a Colciencias en Departamento Administrativo-.

Adicionalmente, durante este período, se establecerían estímulos tributarios a las empresas por sus inversiones en ciencia y tecnología, y se fortalecería la estrategia en las regiones mediante, entre otros, la creación de los Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología.

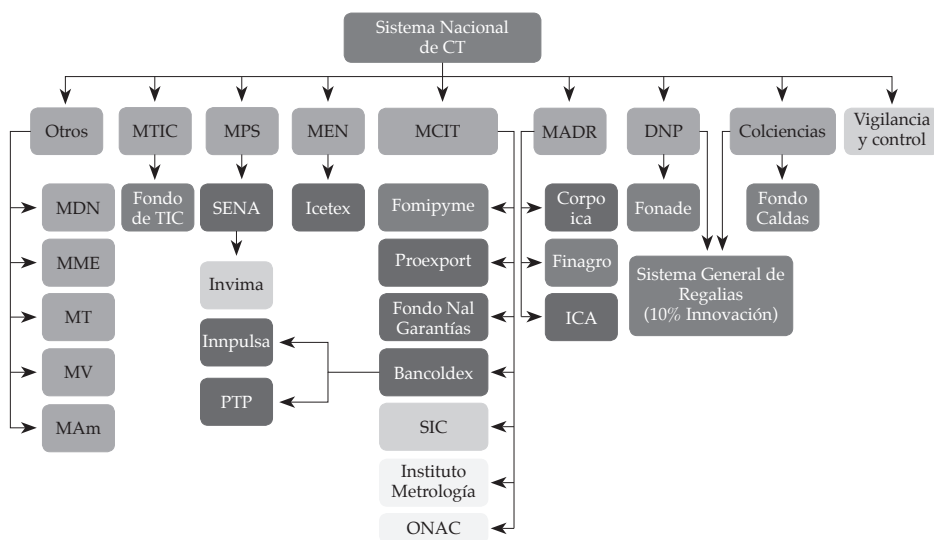
Al cabo de este esfuerzo, el país había alcanzado algunos avances importantes, pero todavía la inversión en ciencia, tecnología e innovación era comparativamente baja, la participación del sector privado insuficiente, y el enfoque de la estrategia en la innovación aplicada prácticamente mínimo. Como respuesta a esto, en 2011, se asignó el 10% de los recursos de regalías a ciencia, tecnología e innovación, y se creó la Unidad de Desarrollo de Bancóldex, denominada Innpulsa, que sería la entidad encargada de financiar y apoyar proyectos de innovación empresarial y emprendimiento dinámico en el país.

### *Esquema institucional*

En la ejecución y articulación de los programas y proyectos de la estrategia nacional de ciencia, tecnología e innovación, confluyen un extenso conjunto de actores. Los principales se presentan en el Gráfico 7. En el Gráfico se incluyen las principales entidades del sistema (en amarillo y verde), los fondos o fuentes de financiación (en azul), las entidades de apoyo (en rojo), y los organismos de vigilancia y control (en morado). En este último grupo, se encuentra la Superintendencia de Industria y Comercio, encargada de expedir mecanismos para proteger los derechos de propiedad intelectual, y de asegurar su aplicación y observancia, así como los organismos de control que vigilan el uso de recursos públicos en ciencia, tecnología e innovación.

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia incluye, desde la óptica pública, un extenso grupo de actores, tanto para la definición y articulación de estrategias y lineamientos, como para su ejecución.

## Gráfico 7. Entidades y mecanismos o fondos para la ejecución de la estrategia de ciencia, tecnología e innovación



Fuente: Con base en Bitrán, Benavente y Maggi (2011).

La articulación pública para la definición de estrategias y lineamientos en ciencia, tecnología e innovación es encabezada por el Presidente de la República -apoyado por la Alta Consejería para la Gestión Pública y Privada- y enmarcada en tres instancias de coordinación: el Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación, como instancia rectora, y la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación y el Conpes, como instancias complementarias.

El Consejo Asesor de CTI, creado mediante el artículo 12 de la Ley 1286 de 2009, es conformado por particulares elegidos por el Presidente de la República con reconocida trayectoria en el sector académico, productivo, y científico-regional. En esta instancia participan, además, Colciencias, el Departamento Nacional de Planeación, el SENA, la Alta Consejería Presidencial para el Buen Gobierno y la Eficiencia Administrativa, así como los Ministerios de Educación Nacional, Comercio, Industria y Turismo, Agricultura y Desarrollo Rural, y Salud y Protección Social.

La Comisión Nacional de Competitividad e Innovación, por su parte, es encabezada por el Presidente de la República, coordinada por la Alta Consejería Presidencial para la Competitividad, operada y soportada técnicamente por el Departamento Nacional de Planeación, el Consejo Privado de Competitividad, Confecámaras, Colciencias y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y apoyada con la participación de múltiples ministerios y representantes del sector privado, las centrales obreras, las universidades, entre otros. Esta instancia tiene como objetivo diseñar, articular, monitorear y evaluar la estrategia de competitividad del país y abogar por la eliminación de cuellos de botella en materia de costos de transporte y logística y de energía y gas, eficiencia del sistema tributario y de aduanas, calidad y pertinencia de la educación, y eficiencia de la justicia, entre otros.

Una primera lectura de estas dos instancias de coordinación institucional -el Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación- es que se está generando una duplicidad de funciones con muchos actores en común. Adicionalmente, dado que la primera se enfoca más en las actividades de ciencia y tecnología en las universidades y formación de capital humano, y la segunda en establecer un entorno de competitividad de bienes públicos para las empresas, se evidencia también un abandono en lo que, a juicio de los autores, debe ser el núcleo de la estrategia: la promoción de la innovación empresarial.

La ejecución de la estrategia nacional de ciencia, tecnología e innovación, por su parte, al igual que ocurre con las instancias articuladoras anteriormente mencionadas, cuenta con múltiples actores. Colciencias ejecuta los programas mayoritariamente en ciencia y tecnología, Innpulsa canaliza recursos para la innovación y el emprendimiento dinámico, el Icetex asigna becas y créditos para educación superior, el SENA se ocupa de la formación técnica y tecnológica y apoya emprendimientos, el Ministerio de Educación Nacional ejecuta la política de educación superior, y los respectivos ministerios sectoriales -con sus entidades adscritas- cuentan con iniciativas y programas para la ejecución de proyectos de ciencia, tecnología e innovación en sus respectivas carteras.

Un análisis preliminar del esquema institucional de ciencia, tecnología e innovación de Colombia -tanto en sus instancias de planeación y articulación, como en sus entidades ejecutoras- llevaría a concluir que si bien sobresalen algunos logros destacables y un grado de madurez en el sistema, quedan aún desafíos sustanciales por abordar. Por ejemplo: i) priorizar más esfuerzos y recursos hacia el componente de innovación y enfocar la estrategia de CT&I más hacia el sector empresarial, ii) definir con mayor claridad el enfoque, las prioridades y los responsables, y aclarar las diferencias entre la estrategia de generación de oferta de ciencia y tecnología -en cabeza de Colciencias y dirigida particularmente a universidades, centros de investigación, investigadores y grandes empresas- y la de promoción de demanda de servicios de ciencia y tecnología para la innovación y el emprendimiento -liderada por Innpulsa y enfocada hacia las empresas y los emprendedores-, y iii) reorientar el enfoque de -y dar mayor peso a- las instancias articuladoras del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

### *Revisión normativa*

En los últimos años se han expedido en el país normas de trascendencia que han aumentado la inversión -tanto pública como privada- en actividades de ciencia, tecnología e innovación, y establecido esquemas y fortalecido la institucionalidad para desarrollar con mayor eficacia la estrategia de CT&I y canalizar mejor los recursos destinados a la misma.

En materia institucional, sobresale la aprobación de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ley 1286 de 2009). Esta norma transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, y fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para este último propósito, la Ley crea el Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación, que: i) ofrece asesoría en el diseño de la política de CT&I del país, y de sus programas, planes y proyectos, ii) sugiere criterios para la calificación de programas y proyectos -con base en los Planes de Desarrollo Nacionales y Depar-

tamentales, documentos Conpes, y demás lineamientos del gobierno-, (iii) propone herramientas para el diseño, seguimiento y evaluación de la Política Nacional de CTI, y (iv) vela por la elaboración permanente de indicadores en la materia.

Adicionalmente, la Ley crea el Consejo de Estímulos Tributarios –instancia encargada de resolver la aprobación de las solicitudes de beneficios tributarios por inversiones en CTI-, y el Fondo Francisco José de Caldas -establecido para financiar programas, proyectos, entidades y actividades de CTI, así como invertir en fondos de capital de riesgo y otros instrumentos financieros que apoyen este tipo de iniciativas-.

Mediante la Ley 1450 de 2011 (Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014) se complementó el proceso de fortalecimiento institucional de la Ley de CTI, con la creación de la Unidad de Desarrollo de Bancóldex -posteriormente constituida como Innpulsa-. Innpulsa ha sido un caso de éxito en el país en promover el desarrollo y financiar proyectos de innovación empresarial y emprendimiento dinámico como instrumento para mejorar la competitividad del país.

Tan solo en su primer año, la entidad –a través de sus iniciativas de cultura de innovación, emprendimiento dinámico, apoyo a mipymes, innovación y emprendimiento en grandes empresas, y fortalecimiento regional- financió cerca de 100.000 millones de pesos en proyectos de innovación empresarial y emprendimiento dinámico. Sus convocatorias, durante este período, beneficiaron a más de 515 empresas en 15 departamentos de Colombia. En capital semilla, la entidad adjudicó, en su primer año, 9.801 millones de pesos a 32 proyectos, y destinó 6.701 millones a proyectos de innovación y encadenamientos productivos para mipymes.

La Ley 1450 de 2011 (Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014) incluyó también cambios normativos para otorgar beneficios a las empresas por sus inversiones en investigación y desarrollo. La norma señala que las personas jurídicas o naturales que realicen inversiones en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico tendrán derecho a deducir de su renta el 175% del valor invertido en dichos proyectos en el período gravable que se realizó

la inversión. Según Parra (2013), las empresas que accedieron a este instrumento presentaron - frente a empresas similares que no accedieron al mismo- un incremento de la productividad total de los factores de entre 4% y 16%, un aumento en el empleo total de 8%, y una ampliación de la actividad exportadora de 5%.

En cuanto al uso de este beneficio tributario, el Consejo Privado de Competitividad señala que, a pesar de las bondades del instrumento, su utilización por parte del sector privado no ha sido la esperada: en 2012, solo se aprobaron proyectos por 330.176 millones, es decir, 33% del presupuesto total.

En términos de financiamiento para proyectos de ciencia, tecnología e innovación, el cambio normativo reciente de mayor envergadura es la Reforma al Sistema General de Regalías aprobada mediante el Acto Legislativo 5 de 2011, y reglamentada posteriormente con la Ley 1530 de 2012.

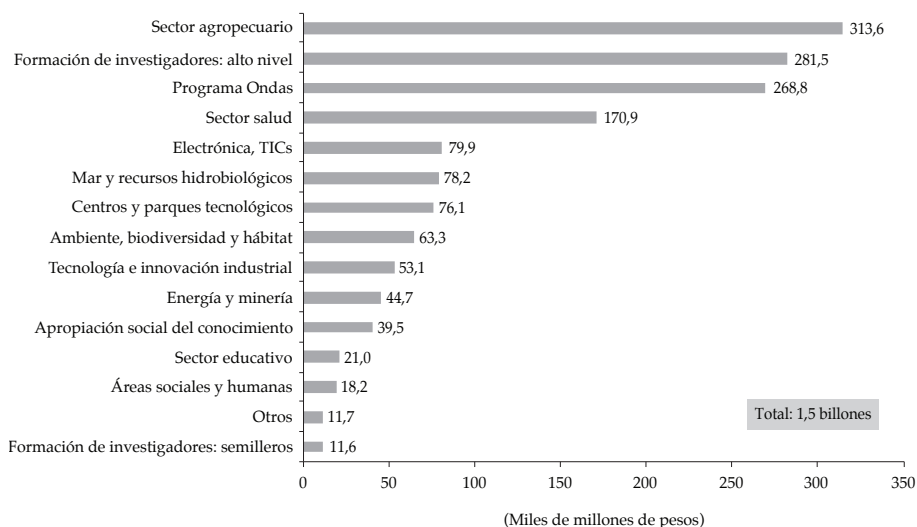
El Acto Legislativo establece que el 10% de los ingresos del Sistema General de Regalías deben ser destinados al Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Según la norma, *"Los programas y/o proyectos en ciencia tecnología e innovación de los departamentos, municipios y distritos que se financiarán con los recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, se definirán por un órgano colegiado de administración y decisión, en el cual tendrán asiento el Gobierno Nacional, representado por tres (3) Ministros o sus delegados, un (1) representante del Organismo Nacional de Planeación y un (1) representante del Organismo Nacional encargado del manejo de la política pública de ciencia y tecnología e innovación, quien además ejercerá la Secretaría Técnica, un (1) Gobernador por cada una de las instancias de planeación regional a que se refiere el inciso siguiente del presente artículo; cuatro (4) representantes de las universidades públicas y dos (2) representantes de universidades privadas.*

*Así mismo, los recursos de este Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, se distribuirán en la misma proporción en que se distribuyan a los departamentos, los recursos de los Fondos de Compensación Regional y de Desarrollo Regional. En ningún caso los recursos de este fondo podrán financiar gasto corriente."*

Hasta la fecha<sup>6</sup>, se han aprobado recursos del Sistema General de Regalías por 1,5 billones de pesos. Este valor -del cual casi el 35% se encuentra contratado o en proceso de contratación- se ha destinado a 213 proyectos de ciencia, tecnología e innovación en todo el país. En el Gráfico 8 se presenta la distribución de estos recursos, según el tipo de proyecto. Se destaca la inversión en los sectores agropecuario, de salud, TICs, recursos hidrobiológicos y de biodiversidad, los programas de formación de alto nivel, y las inversiones en el Programa Ondas enfocado en impregnar una cultura de ciencia, tecnología e innovación en la población juvenil e infantil, a través de la investigación como estrategia pedagógica.

El Acto Legislativo que reforma el Sistema General de Regalías, como se menciona anteriormente, fue reglamentado mediante la Ley 1530 de 2012,

**Gráfico 8. Destinación de los recursos de regalías para ciencia, tecnología e innovación, con corte 31 de diciembre de 2013 (proyectos aprobados en 2012 y 2013)**



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (NDP).

6 Corte 31 de diciembre de 2013.

que establece los lineamientos para su organización y funcionamiento. Entre otros aspectos, esta norma define el papel de Colciencias, que ejercerá: i) como Secretario Técnico del Órgano Colegiado de Administración y Decisión de los proyectos del Fondo de CTI, ii) como proponente de las metodologías de evaluación y seguimiento del mismo, y iii) como instancia verificadora del cumplimiento de los requisitos de los proyectos financiados con recursos de este fondo.

Adicionalmente, la Ley fija el objetivo, la operación, el proceso de toma de decisiones, el esquema coordinador y las normas contractuales del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En cuanto a la destinación de recursos para ciencia, tecnología e innovación, sobresale también la aprobación de la Ley 344 de 1996. En esta norma se establece que el 20% de los recursos del SENA serán destinados a la implementación de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. Estos recursos deberán ser ejecutados directamente a través de los centros de formación profesional o mediante convenios con otras entidades o centros de desarrollo tecnológico. Según estimaciones, se encuentra que este monto equivale, en cifras de 2013, a más de 450.000 millones de pesos. A modo comparativo, el monto aprobado en la Ley de Presupuesto General de la Nación de 2013 para Colciencias fue de 387.943 millones de pesos.

En la actualidad, los recursos del SENA para competitividad y desarrollo tecnológico son destinados principalmente al Fondo Emprender y a la modernización de equipos para el desarrollo de programas de formación técnica y tecnológica.

En términos de promoción del emprendimiento, el cambio normativo reciente de mayor trascendencia es la aprobación de la Ley 1014 de 2006, o Ley de Emprendimiento. Esta norma se diseñó para establecer en el país un espíritu emprendedor que promueva la innovación empresarial. Para este propósito, la Ley crea la Red Nacional y la Red Regional para el Emprendimiento -con sus respectivas mesas de trabajo- y promueve sistemas de información y orientación profesional, ferias de trabajo juve-



nil, macro-ruedas de negocio para nuevos empresarios, fondos de capital semilla, sistemas de apoyo a fondos de inversionistas ángel en las regiones, convenios con entidades financieras para apoyar a nuevas empresas, programas de cofinanciación, condiciones favorables para la creación de nuevas sociedades, entre otros.

Así mismo, con el objetivo de fortalecer el vínculo con el sistema educativo, la Ley de Emprendimiento establece la obligación de incluir el emprendimiento en los currículos, módulos y demás actividades de formación de los establecimientos oficiales o privados de educación preescolar, básica, secundaria, media y superior. La Ley incluye, además, conceptos, lineamientos, y directrices críticas para fomentar en el país una cultura de emprendimiento dinámico, especialmente entre los jóvenes.

Ahora bien, a pesar de que algunas de los componentes de la Ley de Emprendimiento se han venido cumpliendo, es de resaltar que quedan pendientes elementos de la norma por reglamentar, por ejemplo, los relacionados con la incorporación de las actividades de emprendimiento en el sistema educativo.

Algunos avances recientes de esta Ley que amerita resaltar son la simplificación de trámites para la constitución de empresas y el pago de impuestos, la difusión de información a mipymes y nuevos emprendedores, los programas de capital semilla, y los esquemas de financiamiento de los programas de "Banca de las Oportunidades" y "Fondo Emprender".

### *Fondos de financiamiento*

Como se menciona anteriormente, el país cuenta con múltiples instituciones y mecanismos para ejecutar la estrategia de ciencia, tecnología e innovación. El sector productivo, las universidades, los centros de investigación y demás actores del sistema cuentan con fondos o programas de financiación dirigidos hacia sectores o fines particulares. Algunos de estos fondos tienen una cobertura considerable—como el Fondo Emprender del SENA, las líneas de recuperación contingente y cofinanciación de proyectos de investiga-

ción, desarrollo e innovación de Colciencias, las líneas de investigación y desarrollo tecnológico a empresas del SENA, la convocatoria anual de proyectos de Fomipyme, y los proyectos de cadenas agroproductivas del Ministerio de Agricultura.

Otros fondos o iniciativas de financiación son: i) las líneas de crédito Bancóldex-Colciencias y Finagro-Colciencias, ii) el otorgamiento de garantías a créditos de innovación dentro del acuerdo entre el Fondo Nacional de Garantías y Colciencias, iii) el apoyo a plataformas y red de tecnoparques del SENA, iv) la capitalización de fondos de capital para emprendimiento innovador en etapas tempranas de Fomipyme, y v) los programas de jóvenes investigadores e innovadores de Colciencias.

Según Bitrán, Benavente y Maggi (2011), los instrumentos públicos de apoyo a la innovación empresarial y el emprendimiento dinámico en Colombia, son de baja cobertura, con baja articulación, no conducen a la acumulación y consolidación de capacidades, no abarcan apoyos para la generación de capacidades o recursos de pre-inversión previos para la preparación y formulación de proyectos, son innecesariamente complejos, y no consideran modalidades de apoyo orientadas a identificar y construir sobre capacidades y potencialidades previas de movilización innovadora.

En el caso de Colciencias, señalan, además, una excesiva participación del presupuesto de la entidad en programas de formación de educación superior. Según cifras del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, del presupuesto anual de inversión de Colciencias de 2012 que sumó 396 mil millones de pesos, 185 mil millones se destinó a los programas de apoyo a la formación para investigación y desarrollo, y 72 mil millones a los programas de consolidación de capacidades para ciencia, tecnología e innovación.

En materia de innovación, se ha aumentado, a través de Innpulsa, la disponibilidad de recursos para las empresas y los centros de investigación. Esta entidad, constituida hace menos de dos años, ha alcanzado logros sustanciales. En sus primeros 15 meses, Innpulsa inyectó más de 120.000 millones de pesos en proyectos de innovación que beneficiaron a más de

658 empresas. También la entidad ha destinado recursos para mejorar las capacidades de las autoridades locales en apoyar las iniciativas de emprendimiento e innovación. En su primer año, para este fin, cofinanció proyectos con 53 instituciones en 8 departamentos.

Por otra parte, la disponibilidad de recursos privados para la financiación de emprendimientos o apuestas de innovación en el país es, en términos comparativos, insignificante. Los recursos de capital semilla son aún reducidos y la presencia de inversionistas ángel y fondos de capital de riesgo en el país son mínimos. Algunas iniciativas nuevas destacables son el Fondo de US\$55 millones de EPM para financiar innovación en sus áreas de operación, la Red de Ángeles Inversionistas de Bavaria y el establecimiento de empresas de financiación y apoyo como Wyra.

### **Algunas consideraciones adicionales**

Un componente fundamental para promover la generación de conocimiento e impulsar emprendimientos e iniciativas de innovación son las tecnologías de información y comunicaciones. En este frente, los avances de Colombia son sustanciales. Entre el primer trimestre de 2010 y el tercer trimestre de 2013, el número de suscriptores a banda ancha en el país pasó de 2,1 millones a 7,6 millones, la cantidad de usuarios de internet móvil pasó de 5.1 millones a 17,8 millones, y el índice de penetración de la telefonía móvil ya supera el 100% (Fuente: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

El gobierno ha adelantado iniciativas de impacto, como la estrategia Vive Digital -para promover la cobertura y uso de las TIC- y la iniciativa apps.co -que busca potenciar la generación de emprendimientos y nuevos negocios a partir del uso de las TIC-. Para ello, es fundamental el desarrollo de contenidos para las pymes, el sector educativo y los emprendedores. En últimas, la conectividad es un medio cuyo impacto en el bienestar y productividad va a depender de la formación de capital humano y de los contenidos pertinentes para su uso con el mayor retorno posible.

Otro avance destacable dentro de los procesos de innovación del país—en una actividad que históricamente ha constituido un rezago considerable de Colombia frente a países de referencia— es el trámite para la solicitud y adjudicación de patentes, entre otros esquemas de protección de la propiedad intelectual. Según el Informe Anual de Competitividad de 2013 del Consejo Privado de Competitividad, la Superintendencia de Industria y Comercio ha reducido en 43% el tiempo de decisión de las patentes (otorgamiento o negación), al pasar de 67 meses en 2007 a 38 meses en 2013.

## **Anexo 2. Casos de buenas prácticas**

### *Experiencias internacionales*

Los casos de éxito de países o regiones que han dado saltos relativos en el desarrollo científico e innovador son múltiples y heterogéneos. No se evidencia, entre estos, una fórmula única de éxito. Algunos le han apostado a la transferencia de tecnología y conocimiento a través de la inversión extranjera directa (América Latina, España, Italia). Otros han adoptado políticas dirigidas a fortalecer el capital humano, la investigación y desarrollo científico y el licenciamiento de tecnología (Finlandia, Corea del Sur, China -recientemente-).

Se encuentran también casos de intervenciones del estado en apuestas sectoriales específicas (Finlandia, países del sudeste asiático), y otros que buscan establecer un entorno transversal propicio para el desarrollo de emprendimientos y la generación de conocimiento (Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda).

Algunas economías reestructuran sus instituciones para hacer explícita la apuesta en ciencia, tecnología e innovación (Irlanda, Singapur, Finlandia). En otros, se generan espacios de coordinación a través de alianzas informales entre actores públicos, privados y académicos (España, Suecia).

A pesar de esta divergencia, existen algunos elementos comunes entre países exitosos. Devlin y Moguillansky, en un estudio de las estrategias en ciencia, tecnología e innovación de 11 países con buenas prácticas, señalan los siguientes: i) priorización de equilibrios macro fundamentales, ii) valor a la inserción internacional, iii) visión proyectada a futuro, iv) acción proactiva del Estado, v) metas apoyadas en incentivos, y vi) acciones directas sobre la innovación, el desarrollo exportador y el crecimiento. Resaltan, además, el sustento de la estrategia en las alianzas público-privadas, el consenso más allá de los ciclos políticos, y el enfoque de mediano y largo plazo de la visión.

Existen múltiples casos de países exitosos en la implementación de estrategias para desarrollar una base científica y tecnológica sólida y una

cultura de innovación impregnada en las empresas, las autoridades y la sociedad civil. Entrar en el detalle de estos modelos se sale del alcance de este documento. No obstante, en aras de generar material de reflexión, se resaltan elementos destacables de algunas de estas economías.

En Finlandia, por ejemplo, el éxito se ha centrado en la transparencia, la incorruptibilidad del sistema, la independencia de las entidades de financiamiento, la cooperación voluntaria de los actores, el alto grado de consenso en la priorización e implementación de la estrategia de CTI, la libertad en la toma de decisiones, la simplicidad del sistema, la competencia para la asignación de recursos públicos, y la retroalimentación y evaluación de los programas e instituciones.

Singapur e Irlanda, por su parte, sobresalen por su enfoque y compromiso de largo plazo, la proactividad en la asignación de incentivos financieros, y por las altas remuneraciones salariales de los funcionarios públicos, lo cual ha mejorado la priorización de estrategias, la transparencia de los procesos, y la efectividad de sus resultados.

Australia, a su vez, ha enfocado su estrategia de ciencia, tecnología e innovación en industrias consolidadas -en muchos casos de sectores tradicionales o primarios-. Estas industrias se encuentran inmersas en cadenas globales de valor y sus empresas cuentan ya con un relacionamiento consolidado con organismos públicos y universidades y centros de investigación. Se evidencia también, en este país, una tendencia en universidades e institutos de investigación de priorizar cada vez más su enfoque en la comercialización de tecnología.

En Nueva Zelanda, el Estado ha enfocado los esfuerzos y recursos en mejorar el sistema educativo y la infraestructura y condiciones para el desarrollo científico y tecnológico, y, mediante políticas transversales de internacionalización y entorno competitivo, ha sentado las bases para que las empresas lideren los procesos de innovación.

En Chile sobresale el éxito de las políticas de CT&I en sectores tradicionalmente primarios, como la minería, la pesca y la hortofruticultura, y se destaca, en este proceso, el papel que ha jugado la Fundación Chile en

proveer servicios de transferencia tecnológica y técnicas de gestión, articular actividades de cooperación en I+D, tanto entre actores en el país como con instituciones internacionales, ejercer vigilancia, control y evaluación sobre las investigaciones con financiamiento público, e identificar nuevas tendencias y oportunidades en ciencia, tecnología e innovación para las diversas actividades productivas estratégicas para el país.

Corea, por su parte, se caracteriza por: i) el consenso y apoyo generalizado de largo plazo a la apuesta y la importancia de la ciencia, la tecnología e innovación en el crecimiento y desarrollo del país, ii) la alta inversión en coberturas y calidad educativa, desde etapas tempranas, iii) la cultura de aceptar el fracaso y entenderlo como un paso fundamental hacia el éxito, iv) un entorno de libre mercado que promueve la competencia, v) la presencia de empresas de gran tamaño que son líderes mundiales en sus sectores, y vi) una oferta de tecnologías de información y comunicaciones de talla mundial.

En Israel, el éxito se ha fundamentado en el dinamismo empresarial, la cultura de emprendimiento y la apuesta por la innovación del sector productivo. El Estado, que ha jugado también un papel relevante, ha concentrado sus esfuerzos en: i) financiar proyectos de ciencia, tecnología e innovación, especialmente para pequeñas y medianas empresas, ii) promover los mercados de capital semilla, ángeles inversionistas, y fondos de capital de riesgo, iii) apoyar el desarrollo y la consolidación de universidades de alta calidad centradas en la generación, transferencia y comercialización de tecnología, y iv) incentivar la conformación de una industria y unos servicios de tecnologías de información y comunicaciones de alta competitividad (Senor y Singer, 2009).

Alemania, por su parte, se caracteriza por el fuerte vínculo de la industria con los centros de desarrollo científico, por contar con una educación técnica y tecnológica de muy alta calidad, por la priorización de esfuerzos y recursos en áreas tecnológicas prioritarias -incluyendo cambio climático y energía, nutrición y salud, movilidad, y seguridad y comunicaciones-, y por su estrategia con enfoque de abajo hacia arriba para apoyar y financiar proyectos de ciencia, tecnología e innovación de impacto local.

En China, sobresale el ambicioso programa "Torch", cuyo objetivo es desarrollar industrias de alta tecnología. Este programa ha sido exitoso en establecer parques industriales y de software intensivos en ciencia y tecnología de gran envergadura en diversas regiones del país, en incubar y crecer una red de pequeñas y medianas empresas con enfoque en la ciencia y la tecnología, en desarrollar clusters regionales de alto impacto, y en generar una cultura de innovación y emprendimiento empresarial. El éxito chino se basa, entre otros factores, en la visión y enfoque consensuado de la estrategia, en el tamaño de la economía, y en la capacidad de ejecución del gobierno en las inversiones y los programas.

Adicional a los casos de países exitosos en la implementación de estrategias de ciencia, tecnología e innovación, se encuentran también en el mundo múltiples ejemplos de regiones o polos locales de desarrollo. En general, los casos de apuestas exitosas de innovación en el ámbito regional tienen el denominador común de fundamentar su estrategia en el desarrollo de clusters. Los ejemplos son numerosos. Silicon Valley, en California, es, quizás, el más reconocido, pero existen muchos más. El Local Innovation Systems Project de MIT, por ejemplo, identifica 23 clusters de innovación en algunos países.

Entre ellos, se destacan los siguientes: en Estados Unidos, los de optoelectrónica en Rochester, bioinformática en Boston, biotecnología en New Haven; en Finlandia, los de automatización industrial de Seinajoki y Pori, y de maquinaria industria del Tampere; en el Reino Unido, los de gas y petróleo en Aberdeen y bioinformática en Cambridge; en Taiwán, el de electrónica y software en Taipéi; en Japón los de electrónica en Kioto y Hamamatsu; y en Noruega el de petróleo y gas en Stavanger.

En términos de estrategias exitosas de promoción local de la ciencia, la tecnología y la innovación, sobresalen también casos de interés. San Diego, California, a través de la agencia "Connect", Austin, Texas, catapultado por el Instituto IC2 de la Universidad de Texas, Massachusetts, con el MIT Technology Licensing Office, y Jerusalén, con el modelo de Yissum de la Universidad Hebrea de Jerusalén, son, a manera de ejemplo, algunos casos



exitosos de aprovechamiento de la generación de conocimiento de universidades líderes de la región en campos específicos de ciencia y tecnología.

El éxito de las estrategias en estas regiones se ha centrado en el apoyo a investigadores en el licenciamiento y comercialización de tecnología y en la creación de empresas spin-off. El MIT Technology Licensing Office, por ejemplo, presentó, en 2012, 305 solicitudes de patentes, le fueron concedidas 199 y, producto de esto, apoyó la creación de 16 nuevas empresas (Manrique, 2013).

Otro ejemplo es Innobasque -la agencia del País Vasco para la innovación-. Esta organización es un caso de éxito en el fomento al espíritu emprendedor, y el impulso al proceso de transformación hacia una sociedad innovadora. Todo ello, mediante esquemas de coordinación, interacción y colaboración entre agentes y de articulación de la demanda del sector productivo con la oferta del sistema científico y universitario.

En el caso de América Latina, la fórmula aplicada se ha centrado, en términos generales, en promover, mediante la inversión extranjera directa (IED), el surgimiento o consolidación de actividades productivas de alta sofisticación que transfieran tecnología e incentiven la demanda de capital humano especializado en los países. Este esfuerzo, si bien clave para propiciar avances tecnológicos en muchos sectores, no se ha complementado, proporcionalmente, con una estrategia para incentivar una mayor generación de desarrollos y emprendimientos propios de ciencia, tecnología e innovación. Esta tendencia histórica, dada la baja tasa de transferencia de tecnología de la IED y, con mayor razón aun, dada la general pasividad con que se aprovechan los beneficios tecnológicos de dicha inversión, resulta preocupante (Maloney y Perry, 2006).

La fórmula de convergencia tecnológica a través de la inversión extranjera focalizada ha tenido resultados favorables en países como España, Irlanda, Italia y Singapur. En América Latina, se han generado casos puntuales de éxito de empresas extranjeras que han producido, debido a su complejidad, externalidades positivas sobre el capital humano, la cultura de innovación o la sofisticación del tejido empresarial de los países. Ahora bien, a medida

que el aparato productivo de un país se hace más complejo -lo cual comienza a ocurrir en algunas economías de la región-, se hace necesario, como lo demuestra el caso de Singapur, complementar este tipo de estrategias con acciones para promover la generación propia de conocimiento y el desarrollo de proyectos de innovación de las empresas nacionales.

En el caso colombiano, y considerando las lecciones aprendidas de países en el diseño y desarrollo de sus estrategias de ciencia, tecnología e innovación, resulta pertinente, más allá de adoptar prácticas puntuales de países exitosos, fijar lineamientos dinámicos e iterativos basados en la coyuntura de desarrollo del momento y las condiciones particulares y diferenciadoras del país, enmarcados en el contexto y las perspectivas de la economía global, y bajo horizontes tanto de corto como de largo plazo.

Un análisis somero, con base en la información presentada, invitaría a los encargados de diseñar e implementar la estrategia de innovación del país en los próximos años, a revisar:

- ❑ La estrategia de educación y desarrollo y adaptación tecnológica de Corea del Sur
- ❑ Las políticas de formación técnica y tecnológica y la estrategia de desarrollo regional de apuestas de CT&I de Alemania
- ❑ Las acciones para promover la consolidación de universidades centradas en la transferencia, generación y comercialización de tecnología, y las estrategias para promover el emprendimiento dinámico de Israel
- ❑ Las apuestas de innovación en sectores primarios o tradicionales de Australia, Nueva Zelanda y Chile
- ❑ Los mecanismos para generar una cultura de innovación, una aceptación al riesgo y al fracaso, y un fuerte dinamismo empresarial de Estados Unidos

- ❑ La visión de largo plazo, las reformas educativas y la disciplina y dinámica de las autoridades para llevarla a cabo la estrategia de CT&I de China.
- ❑ Los lineamientos para consolidar un sistema transparente y un sector público competitivo y honesto de Finlandia, Singapur e Irlanda. En el Cuadro 2, se resume este análisis.

**Cuadro 2. Elementos más destacables de los países con buenas prácticas en el desarrollo de estrategias de ciencia, tecnología e innovación**

	Instituciones para la CT&I	Recursos financieros para la CT&I	Capital humano para la CT&I	Desarrollo y adaptación científica y tecnológica	Cultura de innovación, emprendimiento y capacidades gerenciales
Alemania		X	X	X	
Australia				X	X1
Chile	X				X1
China				X	X
Corea del Sur		X	X	X	X
Estados Unidos		X		X	X
Finlandia	X		X		
Irlanda	X				
Israel		X		X	X
Nueva Zelanda				X1	
Singapur	X		X		

\* Se destaca éxito de apuesta de CT&I en sectores primarios o tradicionales.

Fuente: Elaboración propia.

### *Experiencias en Colombia*

Colombia, por su parte, a pesar del insuficiente desarrollo de su capacidad científica e innovadora, cuenta con casos de éxito –que si bien son pocos en comparación con el tamaño de la economía y su gran potencial-, bien vale la pena resaltar.

En el ámbito local, por ejemplo, se encuentran casos como Ruta N y Tecnova en Antioquia, así como Connect Bogotá.

Ruta N es un modelo exitoso de alianza público-privada-académica que ha logrado promover el desarrollo de negocios innovadores en la ciudad de Medellín. Esta corporación -creada por la Alcaldía de Medellín y las empresas UNE y EPM, financiada con recursos privados y públicos, y con la participación de la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional, Proantioquia y la Cámara de Comercio de Medellín- cuenta con unas instalaciones de vanguardia -y áreas extensivas a sus alrededores para desarrollos posteriores- en las cuales se busca instaurar un ecosistema de emprendimientos de tecnología de punta. Entre sus logros, se encuentra la apuesta de Hewlett Packard de establecer un centro global de servicios en la ciudad, y la puesta en operación del Centro de Servicios de Transacciones para América Latina de la empresa Holcim.

Tecnova, por su parte, es un esfuerzo de Antioquia para promover las alianzas, el intercambio de información y la generación de sinergias de las universidades y centros de investigación con las empresas de la región. Todo ello, con el apoyo de las autoridades locales y regionales. Este proyecto, iniciado en 2005, además de las ruedas de negocio y los apoyos para generar y consolidar capacidad que desarrolla, sirve como oficina de transferencia tecnológica. Entre sus actividades, Tecnova realiza vigilancia tecnológica e investigación de mercado, consolida plataformas para la transferencia de tecnología, apoya el desarrollo de planes de negocios para el surgimiento de spin-offs, identifica áreas potenciales de innovación, apoya procesos de licenciamiento y comercialización de tecnología, y cuenta con sistemas de información para conectar universidades y centros de investigación entre sí, y con empresas.

Si bien la naturaleza, la estructura, y los órganos de decisión de Ruta N y Tecnova son diferentes, bien vale la pena -dada la visión de región que comparten y la complementariedad de sus funciones- evaluar la pertinencia de establecer esquemas para integrar o fusionar sus operaciones. De este modo, se podrían generar economías de escala, compartir lecciones aprendidas y aprovechar sinergias. Connect Bogotá, por su parte, fue creada en 2005 por cerca de 50 empresas y universidades de la ciudad-región. Esta

organización privada, apoyada por las autoridades distrital y departamental, tiene el objetivo de multiplicar la innovación y el emprendimiento en Bogotá y Cundinamarca, mediante la adopción y transferencia de tecnología, el apoyo al emprendimiento dinámico, la difusión de mejores prácticas de gestión de innovación, y la generación de sistemas de información para conectar el desarrollo de conocimiento con la innovación en los mercados.

De otro lado, en el ámbito empresarial, el país cuenta con empresas, en todas las actividades productivas, que centran su desarrollo en la innovación y que están penetrando mercados internacionales a través de la inversión extranjera y la inserción de bienes y servicios de alto valor agregado en estos mercados. En el campo de la investigación y desarrollo tecnológico, por su parte, existen también casos exitosos de centros sectoriales de investigación tales como el ICIPC (sector plástico y caucho), ICP (petróleo), Cenicaña (cadena de procesamiento y refinación de azúcar), Cidet (sector eléctrico), Cenicafé, CIAT (agricultura), entre otros.

En términos de esquemas asociativos para el desarrollo de la innovación en Colombia, llama la atención el proyecto Secopind. Esta iniciativa -en la cual participan seis universidades, cuatro centros de investigación sectoriales y tres empresas del país<sup>7</sup>, y que es apoyada por Colciencias, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual y la Superintendencia de Industria y Comercio- es una red para apoyar, fortalecer las capacidades y el conocimiento, y financiar los procesos de licenciamiento y comercialización de propiedad intelectual. El alcance del apoyo entre sus integrantes es global y su enfoque sectorial se fundamenta, hasta el momento, en la industria y la energía.

---

<sup>7</sup> Los participantes son: Universidad Eafit, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia, Universidad del Norte, Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Valle, Corporación CDT de GAS, CIDET, CECIF, ICIPC, Grupo Nutresa (Vidarium y Servicios Nutresa), y Sumicol (Grupo Corona).

En el marco de los Debates Presidenciales de 2014, Fedesarrollo lideró la elaboración de varios documentos con propuestas de política pública en áreas críticas para el desarrollo económico y social del país. En este documento Hernando José Gómez y Daniel Mitchell abordan uno de esos temas fundamentales: el de la innovación empresarial y el emprendimiento dinámico en Colombia. Luego de haber superado grandes adversidades, la economía colombiana está migrando hacia a un nuevo terreno de juego de inmensos desafíos pero también de perspectivas muy favorables y grandes oportunidades. Colombia está transitando hacia un país moderno, con mercados abiertos y competidores más sofisticados donde es indispensable un crecimiento mayor y sostenido de la productividad. En ese contexto se hace indispensable una estrategia de ciencia, tecnología, innovación y generación de emprendimientos dinámicos (CT&IE) que, como plantean los autores, debe fundamentarse en seis pilares centrales: i) una institucionalidad pública coordinada y articulada entre sí, y con los demás actores del sistema, ii) el financiamiento, iii) el talento humano, incluido el gerencial, crítico para liderar los proyectos de emprendimiento dinámico, innovación y los procesos de generación de conocimiento, iv) el desarrollo o transferencia de avances científicos y tecnológicos a través de la investigación teórica o aplicada, v) la propagación de una cultura de innovación y emprendimiento, y vi) un entorno competitivo que facilite la generación de emprendimiento y la consolidación de empresas.