

2019

2019

VISIÓN COLOMBIA II CENTENARIO

**Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social
en la ciencia, la tecnología y la innovación**

Propuesta para discusión

Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación



Presidencia
República de Colombia



2019

**VISIÓN COLOMBIA
II CENTENARIO**

**Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social
en la ciencia, la tecnología y la innovación**

Propuesta para discusión



Presidencia
República de Colombia

Libertad y Orden



2019

**VISIÓN COLOMBIA
II CENTENARIO**

Directora DNP

Carolina Rentería Rodríguez

Subdirector

Mauricio Santa María Salamanca

Coordinación general del proyecto

Ximena Hoyos Lago

Coordinación general del documento

Martha Beatríz Delgado Barrera

Grupo de Coordinación y Socialización

Ana María Cadena Ruiz

Juan Sebastián Mejía Villegas

Andrés Podlesky Boada

Martha Isabel Rincón García

Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas

Luz Dary Madroñero

Luz Ángela Andrade Arévalo

Clara Victoria Forero Murillo

Carmen Elisa Villamizar Camargo

Impresión

Imprenta Nacional de Colombia

Diagonal 22 Bis No. 67-70

© Departamento Nacional de Planeación, 2006

ISBN: 958-8025-77-7

www.dnp.gov.co

**FUNDAMENTAR EL CRECIMIENTO Y EL
DESARROLLO SOCIAL EN LA CIENCIA
LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN**

Documento elaborado por:

DNP Dirección de Desarrollo Empresarial

Director

Orlando Gracia Fajardo

Grupo de Ciencia, Tecnología e Innovación

Coordinador

John Rodríguez González

Asesores

Claudia Jimena Cuervo Cardona

David Peña Copete

**Instituto Colombiano para el Desarrollo
de la Ciencia y la Tecnología
Colciencias**

Director

Felipe García Vallejo

Subdirectores

Fernando García González

Rafael Gutiérrez Salamanca

Sonia Monroy Varela

Asesora de dirección

Liliana Castro Vargas

Equipo

Javier Medina Vásquez

Edgar Ortégón Quiñonez

Adriana Prieto Alzate

Rubén Utría Grosser

Lector

Juan Carlos Salazar Arbeláez

PRESENTACIÓN

El 7 de agosto de 2019, Colombia celebrará dos siglos de vida política independiente. Es una fecha histórica y simbólicamente muy importante, que invita a una reflexión profunda sobre el pasado y el presente; sobre los logros y las debilidades; sobre los aciertos y los errores del país; pero, ante todo, sobre sus potencialidades y su futuro.

Con *Visión Colombia II Centenario: 2019*, el Gobierno propone una amplia discusión entre los partidos y movimientos políticos, la academia, los gremios, la dirigencia regional, los sectores sociales y los ciudadanos, sobre cómo deberá ser el país cuando conmemore dos siglos de vida política independiente. Por eso, el objetivo es que después de esta amplia discusión sea posible elaborar una propuesta, no de gobierno, sino de Estado.

Más allá de las diferencias políticas e ideológicas -inherentes a una sociedad abierta y democrática, como la nuestra-, los colombianos deben y pueden ponerse de acuerdo en unas metas fundamentales y en unas políticas para lograrlas. El presente proyecto es un punto de partida y no de llegada; punto de referencia e instrumento útil para ordenar una discusión que mueva a los colombianos a

plantear propuestas y soluciones para el país que quieren en el segundo centenario.

Dos principios rectores y cuatro grandes objetivos

La propuesta de visión del segundo centenario se sustenta en dos principios que deben orientar el ejercicio hacia el tipo de sociedad que se plantea para el año 2019:

1. Consolidar un modelo político profundamente democrático, sustentado en los principios de libertad, tolerancia y fraternidad.
2. Afianzar un modelo socioeconómico sin exclusiones, basado en la igualdad de oportunidades y con un Estado garante de la equidad social.

Estos dos principios, a su vez, se desarrollan en cuatro grandes objetivos:

1. Una economía que garantice mayor nivel de bienestar.
2. Una sociedad más igualitaria y solidaria.
3. Una sociedad de ciudadanos libres y responsables.

4. Un Estado eficiente al servicio de los ciudadanos.

Para el cumplimiento de estos cuatro objetivos se han propuesto estrategias, que incluyen breves diagnósticos y plantean tanto metas específicas como acciones para lograrlas. Para el desarrollo de cada meta se identificaron líneas de base -la situación actual- de cada variable con la información disponible más reciente.

Además, se tuvieron en cuenta las condiciones sectoriales, las proyecciones de crecimiento de la población y los cambios esperados en su estructura; las proyecciones de necesidades futuras de recursos para cada estrategia y las restricciones generales fiscales, de balanza de pagos y financieras. De esta forma, se llegó a una propuesta que puede considerarse ambiciosa, pero realizable bajo un escenario de crecimiento que Colombia debe y puede lograr.

El primer objetivo, **Una economía que garantice un mayor nivel de bienestar** busca generar una base material que posibilite el cumplimiento de las metas propuestas, al incrementar el ingreso por habitante y poner a disposición del sector público los recursos necesarios para contribuir al logro de una distribución equitativa de los frutos del crecimiento. Se desarrollará a través de ocho estrategias: a) consolidar una estrategia de crecimiento; b) afianzar la consistencia macroeconómica; c) desarrollar un modelo empresarial competitivo; d) aprovechar las potencialidades del campo; e) aprovechar el territorio marino-costero en forma eficiente y sostenible; f) generar una infraestructura adecuada para el desarrollo; g) asegurar una estrategia de desarrollo sostenible; y h) fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación.

Para la consolidación del segundo objetivo, **Una sociedad más igualitaria y solidaria**, se propone maximizar dos valores fundamentales de

la Constitución Política: la igualdad y la libertad. Se plantea la necesidad de que Colombia avance de manera decisiva en términos de equidad, entendida ésta fundamentalmente como igualdad de oportunidades. Se pretende con ello, una sociedad más igualitaria, no sólo en términos de la distribución del ingreso y los activos que los individuos obtienen con su trabajo, sino de los bienes y servicios públicos que ellos utilizan -o deberían utilizar- en su tiempo libre. Este objetivo se desarrollará con tres estrategias: a) cerrar las brechas sociales y regionales; b) construir ciudades amables; y c) forjar una cultura para la convivencia.

En el tercer objetivo, **Una sociedad de ciudadanos libres y responsables**, se plantea que en 2019 Colombia habrá consolidado la paz y presentará indicadores de violencia similares a los de los países hoy desarrollados. Para esa fecha, todos los colombianos accederán plenamente a la justicia y contarán con los medios adecuados para participar más activamente en los asuntos públicos. Hacer de Colombia un país tranquilo, donde la paz sea una realidad sentida por todos, será la única manera de asegurar las bases para una sociedad donde la libertad, la igualdad y la justicia sean no sólo derechos, sino responsabilidades que todos los ciudadanos asuman como propias. El logro de este objetivo se trazará a partir de cuatro estrategias: a) lograr un país en paz; b) profundizar el modelo democrático; c) garantizar una justicia eficiente; y d) fomentar una cultura ciudadana.

Finalmente, el cuarto objetivo, **Un Estado eficiente al servicio de los ciudadanos**, propondrá avanzar en la reestructuración del Estado, para maximizar el retorno de los recursos públicos. El Estado deberá funcionar por resultados, éstos deberán ser continuamente evaluados y el insumo fundamental de dicha evaluación será la existencia de información actualizada y completa para el ciudadano. Además, deberá definir su rol dentro de

un contexto internacional en permanente cambio. Conseguir esto implica el logro de cuatro estrategias: a) consolidar un Estado eficiente y transparente y un modelo óptimo de intervención económica; b) fortalecer la descentralización y adecuar el ordenamiento territorial; c) diseñar una política exterior acorde con un mundo en transformación; y d) avanzar hacia una sociedad informada.

Durante el proceso de elaboración de la propuesta, se supeditó el cumplimiento de estos cuatro objetivos a la capacidad del país para asimilar tres condiciones que, inexorablemente, determinarán su desarrollo. En primer lugar, Colombia debe entender y adaptarse a los cambios dramáticos de la economía mundial. Desde la irrupción de los Estados Unidos en el contexto económico internacional, el mundo no había experimentado un proceso semejante al fenómeno que se observa desde hace ya algunos años con China, India y Rusia. China es ya la segunda e India la cuarta economía del mundo; dentro de quince años serán la primera y la segunda, respectivamente.

En este escenario, se insiste en las oportunidades para la economía colombiana, no sólo en términos de relaciones directas con el mercado chino o indio, sino también de los efectos positivos de tales impactos sobre la economía mundial en su conjunto. El reto para Colombia es apropiarse de las oportunidades que se generan; y en esto, serán definitivos los aumentos en los niveles de productividad que redunden en competitividad.

En segundo lugar, es importante tener claro que el país sólo se beneficiará de las oportunidades de esta

expansión de la economía mundial si aprovecha plenamente las condiciones, variedad y situación geográfica de su territorio. El modelo económico debe ser consistente con la extraordinaria localización de Colombia, con sus dos océanos, sus fronteras, su carácter de país ecuatorial intertropical, sus minerales, sus ríos, su diversidad climática, entre otros; es decir, emplear plena y productivamente su capital físico y humano, así como sus recursos naturales. Nuestro país tiene ventajas comparativas genuinas que debe utilizar de manera eficiente, y avanzar hacia el concepto de ventajas competitivas.

Finalmente, el país debe asumir una tercera condición que determinará sus posibilidades de desarrollo para el futuro: los cambios demográficos. Hacia 2019, Colombia tendrá diez millones de habitantes más, una población que en promedio será más vieja y que vivirá, en mayor proporción, en las áreas urbanas. Los habitantes del país demandarán un número creciente de cupos escolares, servicios de salud, vivienda y pagos de pensiones, dentro de una larga lista de servicios.

Al tener en cuenta los grandes progresos, las restricciones, las transformaciones, y las ventajas y desventajas que caracterizan al país, la propuesta de Visión de Colombia para 2019 incluye metas sociales y económicas, a la vez que propone estrategias, programas y proyectos para lograrlas. En el camino hacia el segundo centenario, se plantea una visión de país y de Estado, más que un plan de un gobierno, lo que supone un proceso concertado entre las regiones, el gobierno central y los distintos estamentos de la sociedad.

**FUNDAMENTAR EL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO SOCIAL
EN LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN**

PROPUESTA PARA DISCUSIÓN

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
SIGLAS	XV
INTRODUCCIÓN	1
DE DÓNDE VENIMOS Y DÓNDE ESTAMOS	3
Los antecedentes	4
1968-1989: Los fundamentos	7
1990-1999: La construcción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT)	7
2000 a la fecha.....	10
La situación actual	12
VISIÓN ESTRATÉGICA Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES	37
Fin y propósito.....	39
METAS Y PROGRAMAS	45
Meta 1: Incrementar la generación de conocimiento	46
Meta 2: Fomentar la innovación para la competitividad	47
Meta 3: Fomentar la apropiación de la CT+I en la sociedad colombiana	49
Meta 4: Incrementar y fortalecer las capacidades humanas para la CT+I.....	50
Meta 5: Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	52
Meta 6: Consolidar la infraestructura y los sistemas de información para la CT+I	53
Meta 7: Promover la integración regional	54
Meta 8: Consolidar la proyección internacional de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.	56
PLAN DE INVERSIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Gasto total en investigación y desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB, 2004..	15
Gráfico 2.	Presupuesto de Colciencias	15
Gráfico 3.	Grupos de investigación, 1998-2005.....	17
Gráfico 4.	Graduados de doctorado, 1998-2002.....	17
Gráfico 5.	Titulados de maestrías y doctorados por cada cien mil habitantes, 1990-2002 ...	17
Gráfico 6.	Número de publicaciones de colombianos en el SCI-e*, 1985-2005	18
Gráfico 7.	Artículos científicos publicados, según país de origen del autor por cada cien mil habitantes, 2005	18
Gráfico 8.	Investigadores por millón de habitantes, 2003	18
Gráfico 9.	Patentes otorgadas en Colombia, 1991-2005	19
Gráfico 10.	Patentes otorgadas a residentes, por cada 100.000 habitantes, promedio 2002-2004	19
Gráfico 11.	Porcentaje de títulos de pregrado obtenidos en ciencias e ingeniería, 2002	21
Gráfico 12.	Exportaciones con contenido tecnológico, 2004	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Hitos del desarrollo científico colombiano, siglo XV - mediados del siglo XX....	5
Cuadro 2.	Etapas y eventos importantes del proceso de desarrollo institucional de la CyT en Colombia	6
Cuadro 3.	Áreas de CT+1	12
Cuadro 4.	Colombia. Gasto en actividades de ciencia, tecnología e innovación, 2003-2004 ..	14
Cuadro 5.	Recursos programas BID, según etapas I, II y III.....	15
Cuadro 6.	Estructura industrial, América Latina y países seleccionados, 1970 y 2000	25
Cuadro 7.	Principales productos de exportación, según participación en valor total de las exportaciones para países seleccionados de América Latina, 2005	26
Cuadro 8.	Tres perfiles productivos en el concierto mundial.....	40
Cuadro 9.	Plan de Inversiones	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Meta 1. Incrementar la generación de conocimiento	47
Tabla 2. Meta 2. Fomentar la innovación y el desarrollo productivo.....	48
Tabla 3. Meta 3. Fomentar la apropiación de la CT+I en la sociedad colombiana	50
Tabla 4. Meta 4. Incrementar y fortalecer las capacidades humanas para la CT+I.....	51
Tabla 5. Meta 5. Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	53
Tabla 6. Meta 6. Consolidar la infraestructura y los sistemas de información para la CT+I	54
Tabla 7. Meta 7. Promover la integración regional en CT+I.....	55
Tabla 8. Meta 8. Consolidar la proyección internacional de la CT+I.....	57

SIGLAS

ACAC	Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia
ACTI	Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CAF	Corporación Andina de Fomento
CCI	Corporación Colombia Internacional
CDT	Centros de Desarrollo Tecnológico
CENIS	Centros de Investigaciones
CINVA	Centro Interamericano de Vivienda
CNCyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CODECyT	Comisiones Departamentales de Ciencia y Tecnología
COLCIENCIAS	Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas
CONIF	Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias
COTECMAR	Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial de Colombia
CT	Conocimiento Tradicional
CT+I	Ciencia, Tecnología e Innovación
DCT	Desarrollo Científico y Tecnológico
DDE	Dirección de Desarrollo Empresarial - DNP
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DPAD	Dirección de Prevención y Atención de Desastres
DPI	Derechos de Propiedad Intelectual
FOPAE	Fondo de Prevención y Atención de Emergencias
GrupLAC	Grupo Latinoamérica y el Caribe
ICETEX	Instituto Colombiano de Estudios Técnicos en el Exterior
ICFES	Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior

ACAC	Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia
ACTI	Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CAF	Corporación Andina de Fomento
CCI	Corporación Colombia Internacional
CDT	Centros de Desarrollo Tecnológico
CENIS	Centros de Investigaciones
CINVA	Centro Interamericano de Vivienda
CNCyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CODECyT	Comisiones Departamentales de Ciencia y Tecnología
COLCIENCIAS	Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas
CONIF	Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
COTEJAR	Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial de Colombia
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias
CT	Conocimiento Tradicional
CT+I	Ciencia, Tecnología e Innovación
DCT	Desarrollo Científico y Tecnológico
DDE	Dirección de Desarrollo Empresarial - DNP
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DPAD	Dirección de Prevención y Atención de Desastres
DPI	Derechos de Propiedad Intelectual
FOPAE	Fondo de Prevención y Atención de Emergencias
GrupLAC	Grupo Latinoamérica y el Caribe
ICETEX	Instituto Colombiano de Estudios Técnicos en el Exterior
ICFES	Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior
IAN	Instituto de Asuntos Nucleares
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
IDEAM	Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IIT	Instituto de Investigaciones Tecnológicas
IMD	International Institute for Management Development
INGEOMINAS	Instituto de Investigaciones e Información Geocientífica, Minero Ambiental y Nuclear
INPA	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
INS	Instituto Nacional de Salud
I+D	Investigación y Desarrollo

INTRODUCCIÓN

En el marco de la visión integral planteada para 2019, el presente documento corresponde al desarrollo de la propuesta para la estrategia *Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación*, que hace parte del primer objetivo: **Una economía que garantice un mayor nivel de bienestar**. Si bien se ha optado por ubicar el desarrollo científico y tecnológico dentro de este objetivo, su impacto abarca todas las esferas del desarrollo económico, social y ambiental, y como tal incide en el logro de los demás objetivos y estrategias formulados en esta visión. En este sentido, la visión y metas planteadas en este documento están encaminadas a avanzar en la construcción de una *economía y sociedad del conocimiento*¹.

Desde el comienzo de la era moderna, el mundo ha entendido el valor del conocimiento como fuente de riqueza y motor fundamental del bienestar de una sociedad. Por eso hoy, en el comienzo

de un nuevo siglo, se hace indispensable incorporar en nuestra visión de futuro el desarrollo y consolidación de las capacidades del país para la creación y uso del conocimiento, con el fin de lograr mayor progreso económico, social y ambiental para toda la población.

La ciencia, como factor emancipador y constructor de hombres y mentes libres, ha tenido una participación activa en el ideario de la sociedad colombiana desde épocas en las cuales apenas se gestaba el sueño de la independencia. En este sentido, no se puede olvidar el importante papel que en la concepción de la república tuvo la incipiente comunidad científica neogranadina. La Expedición Botánica, como sus homólogas de otras naciones hispanoamericanas, sembró la semilla de la libertad; y científicos ilustres de ese momento, como Francisco José de Caldas o Jorge Tadeo Lozano, son recordados entre los artífices y mártires de nuestra independencia.

¹ *Una economía del conocimiento* (aquella cuyo pilar corresponde a la interacción educación, conocimiento y ciencia y tecnología) propicia, a su vez, el establecimiento de la sociedad del conocimiento como resultado de múltiples procesos de incorporación de altos niveles de racionalidad instrumental (cuyo objeto es el dominio de la realidad por parte de los seres humanos, y que por tanto atiende a las acciones que optimizan la relación entre nuestros objetivos y nuestros medios). Estos procesos a su vez

desembocan en una alta capacidad de desempeño competitivo, basada en la creatividad inherente al conocimiento que se transforma y acumula en capital humano y social fundamental, como el factor determinante de la inversión. Todo esto tiene la finalidad de producir un crecimiento económico sostenible, mejores empleos y actividades laborales así como una mayor cohesión y bienestar social en una sociedad con mayores flujos de información y niveles de eficiencia.

No sorprende, entonces, que el cultivo del conocimiento científico y tecnológico y de la capacidad de innovación haya estado relacionado en todo el mundo con la capacidad de tener naciones libres, economías prósperas y comunidades más solidarias y cohesionadas. En la primera década de vida republicana, Santander lo entendió así, introdujo la concepción de universidad pública y estatal, y organizó la Universidad Central de la República (con sedes en Bogotá, Caracas y Quito), trajo misiones de científicos europeos, organizó el Museo Nacional² y otras instituciones educativas³. Infortunadamente, las guerras civiles y las vicisitudes políticas y económicas, han interrumpido varias veces la continuidad de estos esfuerzos, situación que ha dificultado el adecuado incremento del acervo de conocimiento disponible en la sociedad colombiana para la resolución de sus problemas.

No obstante las dificultades, y tal como se muestra en la segunda parte de este documento, durante varias décadas el país lleva adelantando esfuerzos consistentes tendientes a materializar sus anhelos en el campo del desarrollo científico y tecnológico. Gracias a ello, en algunas áreas se registran ciertos logros que deben ser consolidados y extendidos.

Ahora el desafío es doble: por una parte, el reto de la globalización de la economía y de la competitividad económica basada en la agregación de valor a la producción por la vía del

conocimiento; y por otra, el advenimiento de la nueva sociedad del conocimiento y su respectiva economía. Para enfrentarlo, el país debe realizar un esfuerzo grande y sostenido para acelerar su desarrollo científico y tecnológico, con el fin de recuperar el tiempo perdido y lograr una profunda transformación productiva y social, que nos permita ir cerrando la amplia brecha que nos separa de los países más avanzados e incluso de algunos latinoamericanos.

En este documento, se proponen las estrategias para que Colombia remonte su tradicional rezago científico y tecnológico, que se traduce a su vez en una escasa capacidad de innovación de su estructura productiva. Como en el resto de los documentos que componen en su conjunto el ejercicio *Visión 2019*, éste se divide en cuatro partes, la primera de las cuales es esta introducción. En la segunda parte (*De dónde venimos y dónde estamos*) se hace un breve recuento del camino recorrido por el país en la construcción de la institucionalidad en ciencia y tecnología (CyT) y se presenta un diagnóstico de la situación actual. Con los insumos que allí se proporcionan, en la tercera parte se plantea la *Visión Colombia 2019* en CyT y sus principios fundamentales. La cuarta parte contiene las metas, al igual que las estrategias y acciones diseñadas para alcanzarlas. Finalmente, la quinta parte presenta un estimativo de los recursos necesarios para alcanzar las metas propuestas, a través de un plan de inversiones.

² Fundado por Ley del primer Congreso de la República el 28 de julio de 1823, el Museo Nacional de Colombia -denominado entonces Museo de Historia Natural y Escuela de Minería- es el más antiguo de los museos del país y uno de los más antiguos de América. En su momento, esta institución cumplió un importante papel en la agrupación de los escasos

investigadores que en el campo de las ciencias naturales tenía el país en ese entonces.

³ Entre éstas se destaca el establecimiento del Colegio de la Merced -Decreto Presidencial, junio de 1832-, primera institución oficial para niñas y pionera en la introducción de un modelo de instrucción amplio y no confesional para la juventud femenina.

DE DÓNDE VENIMOS Y DÓNDE ESTAMOS

El desarrollo histórico de actividades científicas y tecnológicas en Colombia se inició en la misma época colonial⁴. En ese entonces se fundaron los primeros colegios y universidades, se emprendió la Expedición Botánica, y surgieron organizaciones de carácter científico ligadas a sectores económicos con tradición productiva como el agropecuario y el minero. Los grandes hitos de la historia social de la ciencia y la tecnología en Colombia están referidos a procesos integrados por la organización de expediciones, la formación de maestros, profesores e investigadores, y por la realización de misiones. El cuadro 1 presenta una síntesis de estos hitos principales, con un cubrimiento que va hasta la mitad del siglo XX.

Con todo, la construcción sistemática de la actual institucionalidad se remonta a los últimos cuarenta años, periodo en el cual son discernibles tres grandes etapas. En la primera de 1968 a 1989, el esfuerzo estuvo concentrado en la formación de recurso humano y de grupos de investigación, y en el paso de la investigación como actividad individual a la investigación institucional. Es también el

momento cuando se forman en el interior y en el exterior un grupo notable de científicos colombianos, algunos de los cuales alcanzan ya para ese entonces cierto renombre internacional⁵. La segunda etapa, que coincide con la década de 1990, en la cual se promulga la ley de CyT y se constituyó formalmente el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT). La tercera etapa de consolidación, que inicia en 2000, se caracteriza por los esfuerzos por adecuar el conocimiento producido o transformado en Colombia a estándares generales e internacionales, y por poner las capacidades creadas al servicio del desarrollo económico y productivo del país y de temas sociales como la salud, el medio ambiente y la educación (Ver cuadro 2).

El país cuenta con una institucionalidad desarrollada formalmente durante las dos últimas décadas, la cual converge en el SNCyT como pilar del desarrollo nacional en la materia. El SNCyT se fundamenta en la Ley 29 de 1990, el Decreto 585 de 1991, y la Constitución Nacional. A su vez, el Sistema tiene como instancia directiva al Consejo

⁴ Resulta fundamental destacar que en el periodo prehispánico, en el actual territorio colombiano, se presentaron importantes desarrollos de conocimiento por parte de las poblaciones indígenas. Se destaca, por ejemplo, la minería de oro y metalurgia en las zonas arqueológicas de las culturas Muisca, Calima, Sinú

y Tayrona, y los sofisticados sistemas de riego en la actual depresión momposina, así como los de ingeniería hidráulica en la cultura Tayrona de la Sierra Nevada de Santa Marta.

⁵ Es el caso de los investigadores Rodolfo Llinás, Manuel Elkin Patarroyo, Víctor Ferrans y Elkin Lucena, entre otros.

Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCyT), asesor de la Presidencia de la República. La secretaría técnica del Sistema está a cargo del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” (Colciencias).

El CNCyT fue concebido para coordinar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación (ACTI) y las inversiones realizadas por los distintos ministerios y por la diversidad de instituciones con funciones de investigación en cada sector, tales como el Instituto de Investigaciones e Información Geocientífica, Minero Ambiental y Nuclear (Ingeominas); la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica); el Instituto Nacional de Salud (INS); el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam); el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el Instituto Colombiano de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar), el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) y las universidades públicas, entre otras.

Esta institucionalidad surgió como consecuencia de alrededor de cuarenta años de política coherente y de largo alcance. Distintos gobiernos han hecho sus respectivos aportes, apoyados en una comunidad científica y tecnológica en proceso de expansión. A esto se suma el apoyo proveniente del exterior, materializado a través de acuerdos, convenios de cooperación y préstamos de la banca multilateral.

No obstante, este proceso no ha sido totalmente ascendente y se ha visto afectado por el

cierre o el desmantelamiento de algunos institutos y centros de investigación. Este fenómeno comenzó con el cierre del Centro Interamericano de Vivienda (CINVA), y más recientemente incluyó al Instituto de Asuntos Nucleares (IAN), el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), el Hospital San Juan de Dios, y varios otros. Esta situación testifica la forma como la infraestructura científica y tecnológica del país se ha visto afectada por las crisis fiscales, en las cuales la CyT ha sido tradicionalmente una variable de ajuste; todo ello con la importante mella hecha a las capacidades nacionales en la materia⁶.

Los antecedentes

Antes de 1968 no se podía hablar de una organización institucional de la ciencia y la tecnología como tal, sino más bien de los primeros pasos para la construcción de una estructura institucional que, aunque incipiente y desarticulada, constituía las bases para el posterior desarrollo científico del país.

En la década de 1960, la reforma administrativa que tuvo lugar en Colombia impulsó de manera significativa el inicio del proceso de construcción institucional. En esa época, América Latina se encontraba inmersa en el modelo económico conocido como *sustitución de importaciones*. A su vez, el hemisferio occidental, de la mano de los Estados Unidos, buscaba garantizar una nueva agenda de desarrollo orientada a garantizar la seguridad del continente y a afianzar el modelo económico basado en el mercado.

⁶ De igual forma ha habido una pérdida del carácter misional de institutos existentes como el Instituto Nacional de Salud, Ingeominas, el Instituto Colombiano del Petróleo, entre otros. Estos centros fueron originalmente creados para realizar investigación

como respuesta a necesidades de la población colombiana; pero debido a las reestructuraciones de las cuales han sido objeto, su enfoque ha sido redirigido principalmente a la prestación de servicios y no a la generación de conocimiento.

Cuadro 1
Hitos del Desarrollo Científico Colombiano siglo XV - mediados del siglo XX

- **Descubrimiento y conquista:** 1492-1520. Crónicas, Relatos y Cartas del Descubrimiento y de la Conquista registran las primeras noticias sobre los motivos, hallazgos y consecuencias de descubridores, conquistadores y misioneros en el Caribe y en el continente.
- **Establecimiento de comunidades religiosas y Educativas:** 1550-1620. Autorización por medio de cédulas, provisiones y ordenanzas reales y de bulas papales a las comunidades y congregaciones religiosas de Jesuitas, Franciscanos y Dominicos para organizar la educación destinada a la formación e instrucción de religiosos y seglares en el Nuevo Reino de Granada.
- **Expedición Istmo, El Dorado, Amazónica:** 1520-1577. Ordenanzas de los Reyes Carlos I de España -y V de Alemania- y Felipe II, dirigidas a conocer, estudiar y aprovechar fenómenos naturales, geológicos singulares y exóticos de riquezas de flora y fauna, minas de las nuevas tierras y sociedades indígenas, especialmente, del Istmo, El Dorado y el Amazonas. Todo esto contribuyó a hacer de España el mayor imperio del mundo de entonces con hegemonía de conocimientos náuticos, mineros, agronómicos y económicos.
- **Expedición Botánica:** 1783-1816. La apertura al conocimiento ilustrado de Europa por parte del Rey Carlos III de Borbón permitió la organización de la Expedición Botánica, cuyo impacto mayor consistió en producir un cambio del enfoque curricular imperante en la enseñanza de la ciencia y de la profesiones, la clasificación taxonómica de fauna y flora, las primeras observaciones sociales y la formación de un espíritu ilustrado con una clara y dramática conciencia política.
- **República y Reorganización de la Educación y Misiones:** 1820-1848. La República organiza la educación, crea Escuelas Normales y funda las universidades Central y de Boyacá. Trae también misiones de sabios, ingenieros y expertos de Francia, Alemania, Bélgica y modelos educativos ingleses inspirados en Joseph Lancaster, Johann Pestolazzi y Jeremias Bentham que privilegiaban la educación laica y la libertad de enseñanza.
- **Comisión Corográfica:** 1859-1869. La Comisión Corográfica dirigida por Agustín Codazzi, Manuel Ancizar y José Jerónimo de Triana no sólo estableció un balance de geografía humana, recursos naturales y gobernabilidad de las provincias, sino que formó la generación mas ilustrada de políticos, pedagogos y gobernantes del Siglo XIX comprometidos con el papel de la educación, de la ciencia, de las profesiones y de las artes y oficios para el conocimiento y solución de los problemas nacionales, según término acuñado por ellos.
- **Educación y Ciencia para la Solución de Problemas Nacionales:** 1860-1887. La Misión Alemana, conformada por nueve eximios educadores contribuyó a la creación de una atmósfera pedagógica y metodológica que culminó con la re-creación de la Universidad Nacional (1867) como *Escuela de Método*, y el establecimiento de más de veinte Escuelas Normales con enfoques *instruccionistas*.
- **Formación Moral e Instrucción Pública:** 1903-1927. Establecimiento de las primeras universidades departamentales, la adopción de modelos de facultades de agronomía, ingeniería, minas, medicina, institutos autónomos con misiones de atender demandas y soluciones de problemas regionales.
- **La Revolución en Marcha:** 1929-1946. La Revolución en Marcha introduce una concepción transformadora de la educación superior con base en los postulados del Manifiesto de Córdoba, Argentina (1918) que propugnaban la modernización científica, la gratuidad, el cogobierno y la autonomía universitaria. También se abrieron paso la pedagogía alemana liderada por Fritz Karsen, Rector/Autor de la Ciudad Universitaria. A partir de los desarrollos de la escuela nueva, tiene lugar la Reforma a la Modernidad en la que se acogen postulados de Agustín Nieto Caballero y pedagogos europeos como María Montessori y Ovidio Decroly desde instituciones como el Gimnasio Moderno y en el gobierno el Ministerio de Instrucción Pública (luego de Educación) y la Universidad Nacional.
- **Arribo de científicos y profesores europeos a la Universidad Nacional:** A partir de la década de 1930 y tras la Segunda Guerra Mundial tuvo lugar la llegada al país de prominentes profesores como Carlo Federici (1948), Henri Yeray (1938), Leopoldo Rother (1936), Domenico Parma (1949), Bruno Violi (1939) entre otros. También se destaca la oportuna contribución de eminentes urbanistas, como Brunner, Le Corbusier, Wiener, Sert y otros.
- **Fundación de Cenicafé:** El IX Congreso cafetero creó el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), en el año de 1938, con sede en el municipio de Chinchiná, Caldas.

En este contexto tuvo lugar en 1967 la reunión de presidentes del continente americano en Punta del Este, en la cual se acordó una agenda de reformas para fomentar el comercio, la productividad y la modernización en las economías de la región.

Esto incluía promover la educación en función del desarrollo y formular o ampliar programas nacionales de CyT, todo ello complementado por programas multilaterales.

Cuadro 2
Etapas y eventos importantes del proceso de desarrollo institucional de la CyT en Colombia

Antecedentes de la política de CyT (1940-1967)	I. 1968-1989
<ul style="list-style-type: none"> - Influencia de organismos internacionales -OEA, BID y AID - en el diseño e implementación de políticas de desarrollo: reforma agraria, fiscal, educativa y del Estado. - Creación de institutos descentralizados del Estado (Icetex, Instituto de Investigaciones Tecnológicas, ICA, Sena, Incora, Instituto de Asuntos Nucleares, entre otros). - Creación en 1953 del Centro Interamericano de Vivienda y Planificación, patrocinado por la OEA. - Convenios de cooperación internacional. - Fundación de la Universidad del Valle, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad de Los Andes 	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de Colciencias y el Icfes. - Creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. - Creación de Programas de Postgrado. - Crédito BID I-Icfes-Colciencias. - Inicio de los doctorados en Colombia. - Foro Internacional sobre Política de Ciencia y Tecnología (1987). - Misión de Ciencia y Tecnología (1988). - Consolidación del sistema institucional del sector agropecuario y su red de Centros de Investigaciones (CENIS) asociados a los gremios. - Creación Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - ACAC. - Año Nacional de la Ciencia y la Tecnología.
II. 1990-1999	III. 2000 a la fecha
<ul style="list-style-type: none"> - Promulgación de la Ley 29 de 1990: definición de la política nacional de Ciencia y Tecnología. - Creación del Consejo Nacional, organización del Sistema de CyT y de las Comisiones Regionales de CyT (Decreto 585). - Adscripción de Colciencias al DNP (Decreto 585). - Crédito BID II-Colciencias (1990). - Expedición de la Ley 6a de 1992: incentivos tributarios a la CyT. - Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo (1993). - Aprobación del primer Conpes de CyT (2739 de 1994). - Creación de la Comisión Nacional de Doctorados y Maestrías. - Crédito BID III-Colciencias (1994-1998). - Sistema Nacional de Innovación y Sistemas Regionales (1995). - Expedición de la Ley 344 de 1996: recursos del Sena a Programas de Competitividad y Desarrollo Tecnológico Productivo. - Creación de la Corporación Maloka (1998). - Creación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (1999). 	<ul style="list-style-type: none"> - Documento Conpes 3080 “Política de Ciencia y Tecnología 2000-2002”. - Creación del Programa de Prospectiva tecnológica e Industrial (2002). - Expedición de la Ley 643 del Fondo de Investigación en Salud (2001). - Conformación de agendas regionales de ciencia y tecnología. - Apoyo a programas de doctorado nacionales. Crédito BIRF (2002-2003). - Incorporación de recursos a la CyT mediante la Ley 344 de 1996 en la Ley del Plan Nacional de Desarrollo de 2003. - Programa Acces (Acceso con Calidad a la Educación Superior), 2003-2006. - Aprobación de políticas de Apropiación Social e Internacionalización de la CyT (2004). - Participación de Colciencias en el Conpes (2004). - Creación de seis centros de excelencia (2004-2006).

Fuente: Adaptado de DNP [2005 d]

En Colombia, estas reformas afectaron también la universidad pública. Inscritos en la estrategia de desarrollo prevaleciente, el *Plan Básico para la Educación Superior y la Reforma Patiño* de la Universidad Nacional gestaron condiciones para la aparición del profesorado de tiempo completo en la universidad pública, con lo cual se añadió un impulso adicional a la profesionalización de las actividades científicas en el país.

1968-1989: Los fundamentos

En 1968 se creó Colciencias, como un fondo de financiamiento de la ciencia, encargado además de financiar, coordinar, difundir y ejecutar programas y proyectos de desarrollo científico y tecnológico. Paralelamente con los primeros años de vida de Colciencias, las universidades colombianas avanzaron hacia la creación de las maestrías y se realizó un esfuerzo considerable por enviar colombianos a cursar estudios de postgrado fuera del país, con apoyo de la cooperación internacional.

En el contexto mundial, esta etapa coincidió con la irrupción, en los años setenta, de las cinco nuevas tecnologías: biotecnología, informática, microelectrónica, nuevos materiales y alta química, las cuales transformaron las estructuras de producción, mercadeo y consumo en el mundo contemporáneo.

En la década de 1980, el desarrollo institucional se caracterizó básicamente por introducir enfoques, metodologías de gestión y negociación de tecnología incorporadas a plantas, equipos y procesos en el sector productivo.

Asimismo, y como resultado de procesos cuya gestación se había iniciado años atrás, a partir de mediados de los años ochenta comenzó a hacerse cada vez más visible la presencia de grupos de investigación en las universidades colombianas,

particularmente en las públicas. Para ese entonces, se iniciaron los programas doctorales, con la creación de los primeros cuatro en la Universidad Nacional en 1986, y se contrataron los empréstitos BID-I Y BID-II, con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que apoyaron con recursos financieros la investigación en el país.

Aunque en 1987 se propuso crear un ministerio de CyT, finalmente se optó por generar una institucionalidad transversal para la ciencia, con participación de todos los ministerios y vinculada al presupuesto de inversión nacional. En 1988 se conformó la Misión de Ciencia y Tecnología, con el fin de revisar el estado del arte en la materia, proponer una reorganización institucional y proporcionar un marco normativo para el desarrollo de estos tópicos.

1990-1999: La construcción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT)

En 1990, la Misión de CyT entregó su informe y se expidió la Ley 29 de 1990, por medio de la cual se establecieron las directrices para coordinar la inversión nacional en CyT y se sentaron las bases para el SNCyT. El Sistema fue creado mediante el Decreto-Ley 585 de febrero 1991, a través del cual se le definió como un *“sistema abierto, no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, independientemente de la institución pública o privada o de la persona que los desarrolle”*. De igual forma, dicho decreto dispuso el paso de Colciencias, que estaba en el Ministerio de Educación, al Departamento Nacional de Planeación (DNP), y dio vida a los once programas nacionales de ciencia y tecnología que aún funcionan y que cubren los ámbitos de preocupaciones científicas y tecnológicas más relevantes⁷.

⁷ Éstos son: Biotecnología, Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanas, Ciencias del Mar, Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, Estudios Científicos de la Educación, Ciencias de la

Salud, Ciencias de la Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, Ciencias de la Energía y Minería, Ciencias Agropecuarias y el Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad.

Cada uno de los programas nacionales ha integrado, junto al ministerio correspondiente, a investigadores y empresarios. Tan pronto se instalaron, sus consejos comenzaron a desarrollar una planeación participativa, que inicialmente concentró todos los esfuerzos realizados a lo largo de 1992. Más de mil doscientas personas participaron en este esfuerzo, cuyos resultados quedaron consignados en once libros publicados por Colciencias en 1993, que trazaron las metas para el siguiente decenio. Éstas fueron expresadas en distintas formas; sin embargo, convergen en torno a la necesidad de que el país dedique más recursos a la ciencia y la tecnología, incentive la creación de programas de doctorado de calidad, envíe personas a formarse al exterior, promueva el acercamiento entre investigadores y empresarios, genere redes de conocimiento y logre la conformación de comunidades científicas más fuertes.

En reconocimiento a la importancia del papel de las regiones, el Decreto 585 de 1991 creó igualmente las comisiones regionales de CyT. Si bien, en muy pocos casos fueron exitosas en la práctica, constituyeron un paso pionero en la promoción de la ciencia y la tecnología a nivel regional.

El mismo Decreto-Ley 585 confirió la coordinación y dirección del SNCyT al CNCyT. Este último está directamente vinculado a la Presidencia de la República y ocupa en el organigrama general del Estado colombiano un papel equivalente al del Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) o al del Consejo de Seguridad, como un consejo especial del

presidente, en el cual se reúne el jefe del Estado con sus ministros y otros expertos del sector privado y la academia.

En julio de 1991, la nueva Constitución Política Nacional definió como obligación del Estado apoyar la ciencia y la tecnología, lo cual fue un punto culminante en la construcción de una política coherente y de largo plazo. Así, en esta nueva etapa, se concibe la ciencia y la tecnología como un asunto central de política económica y, por lo tanto, como parte constitutiva de los planes de desarrollo.

En 1993 se conformó la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, conocida como la *Misión de Sabios*. Esta misión elaboró un diagnóstico sobre la situación de la educación, la ciencia y el desarrollo tecnológico de Colombia, que puso de relieve el agudo atraso de estas áreas en el país, que se hace evidente al compararse dentro del contexto latinoamericano y, por supuesto, mundial. Más allá del diagnóstico, las recomendaciones derivadas de ese trabajo apuntaban a recobrar algo del tiempo perdido, a través de diversos caminos entre los que se destacan: reformas educativas, compromisos institucionales y medidas legales. También se plantearon acciones tendientes a materializar una verdadera voluntad política, en el marco del denominado *Plan para la endogenización de la ciencia y la tecnología*⁸.

Para atender las recomendaciones de la misión, en 1994 se promulgó el primer documento Conpes de CyT y en 1995 fue creado el Sistema Nacional de Innovación (SNI)⁹. Su desarrollo

⁸ El plan proponía que la inversión total en CyT se elevara del 0,4% al 2% del PIB en un máximo de diez años. Las líneas generales del plan incluían además: (a) la formación de 36.000 investigadores de distintos niveles de educación, al menos 8.000 de ellos con Ph.D. en las ciencias sociales y humanas, naturales y formales; (b) la consolidación de los centros de investigación existentes y el inicio de 1.600 nuevos grupos de investigación y 60 nuevos institutos de excelencia;

y (c) un plan masivo de popularización y apropiación social de las ciencias y las tecnologías para los niños y los jóvenes. Aún vigentes, estas recomendaciones fueron retomadas para la formulación de esta Visión Colombia 2019 en CyT.

⁹ El SNI, institucionalizado por una decisión del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en junio de 1995, se concibe como un modelo colectivo e interactivo de aprendizaje, acumulación y apropiación del conocimiento, en el cual intervienen

se basó en una serie de políticas y herramientas orientadas al incremento de la productividad y la competitividad de las empresas, con miras a la generación de nuevos productos y procesos, a la adaptación tecnológica, a la capacitación avanzada de trabajadores y a la adopción de cambios en la cultura empresarial.

En los años subsiguientes, el SNCyT fue tomando impulso poco a poco. La financiación con dos créditos sucesivos del BID -1990 y 1994-1998- fue de gran ayuda. A estos posteriormente se sumaron otros recursos importantes, entre los que cabe mencionar aquellos provenientes de la Ley 344 de 1996, mediante la cual se obliga al Sena a destinar parte de sus recursos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo¹⁰.

Parte importante de las funciones iniciales del SNCyT estaba relacionada con la evaluación de las capacidades realmente existentes en el país. Dicha tarea la asumió Colciencias en 1991, cuando realizó la primera convocatoria de grupos y centros de investigación. El ejercicio registró cerca de 160 grupos con producción en todas las áreas del conocimiento y en todo el país, se confirmó así que hacer CyT ya era, en ese momento, una actividad real. Las convocatorias continuaron en

1996, 1997, 1998, 2000 y 2004. En este último año, se registraron en Colciencias 3.643 grupos, de los cuales 1.445 se encuentran reconocidos en categorías A, B y C¹¹.

De las convocatorias nacieron dos instrumentos muy valiosos, que continúan operando: el *CvLAC* y el *GrupLAC*¹². Estos sistemas de información permiten consultar en la página web de Colciencias, las hojas de vida de las personas registradas que se dedican a actividades relacionadas con CyT y muestran cómo están organizados en grupos de investigación.

A mediados de la década de 1990, dos disposiciones contribuyeron a ordenar e impulsar las modalidades de postgrado orientadas a formar investigadores. Se trata de los decretos 2791 de 1994 y 1475 de 1996. Mediante el primero se creó la Comisión Nacional de Doctorados y a través del segundo se agregó a esa comisión la responsabilidad sobre las maestrías.

Con el fin de hacer un registro sistemático de la producción científica nacional, en 1996 Colciencias puso en marcha el Índice de Publicaciones Científicas Colombianas (*Publindex*). Se desarrolló una nueva categorización de las publicaciones según su rigurosidad, periodicidad, distribución y circulación, es decir, se aprovechó su

los diversos agentes ligados con el desarrollo tecnológico y con la producción y comercialización de bienes y servicios, dentro de un proceso de búsqueda permanente de la competitividad sostenible y del mejoramiento en la calidad de vida de la población [CNCyT, 1995].

¹⁰ La Ley 344 estipula que el SENA destinará un 20% de sus ingresos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo.

¹¹ La medición de los grupos se efectúa a través de la valoración de los productos de su actividad investigativa. Para ello se toman tres categorías: (1) productos o resultados que generan nuevo conocimiento; (2) productos de actividades de investigación del grupo, relacionadas con formación de investigadores; y (3) productos relacionados con la extensión de las actividades de investigación del grupo y de sus resultados, apropiación social del conocimiento. Con base en la evaluación de la producción de los grupos evaluados en cada una

de las categorías se otorga a éstos una calificación A, B o C, en la cual A representa los grupos con mayor producción y C los grupos con menor producción relativa. [Colciencias 2004a].

¹² GrupLAC (Grupo Latinoamérica y el Caribe) es un software originalmente desarrollado por el Grupo Stela de la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil), cuyo objetivo es mantener un directorio de los grupos de investigación, instituciones e investigadores que participan activamente en el desarrollo de nuevas estrategias en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación. Con motivo de la convocatoria de grupos colombianos de investigación de 2002, el grupo académico CT&S-UN de la Universidad Nacional de Colombia, desarrolló la versión nacional en línea para Colciencias en 2003, la cual dispone de varias mejoras relacionadas con: producción científica del grupo basada en las hojas de vida de sus integrantes (*CvLAC*), pertenencia a más de una institución, relaciones con empresa, reportes de revisión de información, entre otras.

capacidad como vehículo de conocimiento con sentido social.

Adicionalmente, en 1998 se crea la Corporación Maloka, primer centro interactivo de CyT del país, con el objeto de contribuir de forma significativa a la apropiación social de la Ciencia y la Tecnología.

La creación en 1999 del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) dio origen a una institución cuya misión es investigar sobre el estado y las dinámicas de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación; producir indicadores; informar y transferir metodologías de medición a los diferentes actores del SNCyT.

Colciencias, entidad que ejerce la labor de Secretaría Técnica y Administrativa del SNCyT desde 1991, ha coordinado el SNI desde 1995 y ha ejecutado tres créditos con el BID. Además, ha representado a Colombia ante otros países y ante distintas instancias internacionales de CyT; igualmente, ha estado presente en cada uno de los grandes pasos hacia la consolidación de una institucionalidad de CyT, no sólo en el plano nacional sino también en el regional. Pese a sus limitaciones, la labor de Colciencias presenta en términos generales un balance positivo y ha venido ganado reconocimiento en el país.

2000 a la fecha

En los últimos años, los desarrollos en materia de CyT han buscado forjar un nuevo modo de producir ciencia, en términos multi y transdisciplinarios, convalidado por los contextos sociales, culturales y regionales de su aplicación, y por los valores y decisiones de las políticas públicas. Con

lo anterior se busca avanzar en la construcción de un puente cada vez más efectivo entre la base científica e institucional existente y su apropiación por parte del aparato productivo y de la sociedad colombiana en general.

En cuanto a los recursos, una fuente importante para el SNCyT en los últimos años ha sido el 7% del recaudo de los juegos de azar, asignados por la Ley 643 de 2001 para la investigación en Salud¹³. Por su parte, en desarrollo del Documento Conpes 3179 de julio de 2002, los doctorados nacionales recibieron un impulso importante a través de los recursos provenientes del crédito del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF)¹⁴ en 2003. Cerca de 25 millones de dólares entraron al sistema, de los cuales 15 provenían de crédito y el resto de aportes nacionales.

Durante el periodo 2002-2005, y como parte de la ejecución de este programa, Colciencias invirtió 11,5 millones de dólares, con los cuales se beneficiaron 430 estudiantes de maestría y doctorado. Adicionalmente, en 2004 esa misma entidad asignó 1,8 millones de dólares para el plan de apoyo a la infraestructura de los programas de doctorado y movilidad de investigadores, cifras que suman un total de 13,3 millones de dólares de inversión en estos últimos años.

Ante la experiencia acumulada por las comisiones regionales de CyT en la promoción de estas actividades en el nivel territorial, su concepto e institucionalidad han evolucionado. A esto contribuyó el CNCyT, cuando expidió el Acuerdo 4 de 2002 y reconoció como comisiones regionales a los consejos, comités o comisiones de CyT relevantes del orden departamental, creados formalmente por la autoridad territorial competente.

¹³ El Fondo de Investigación en Salud al cual se refiere la ley 643 de 2001 es una cuenta de la nación cuyos recursos están destinados a financiar los proyectos de investigación en salud de los Departamentos y el Distrito Capital y que provienen del 7% de las rentas obtenidas por la explotación del monopolio

de juegos de suerte y azar diferentes del Lotto, la lotería preimpresa y la instantánea.

¹⁴ El BIRF es una de las cinco instituciones que conforman el Grupo Banco Mundial.

A partir de entonces el papel de Colciencias en la consolidación de las Comisiones Departamentales de Ciencia y Tecnología -CODECyT- se ha fundamentado en el apoyo técnico y financiero proporcionado a las regiones para la generación de capacidades territoriales en CyT¹⁵.

En enero de 2004, Colciencias se vinculó en calidad de entidad asistente al Conpes, logro que, sin duda, es un paso importante en la apertura de espacios para impulsar la agenda de ciencia y tecnología en las políticas de Estado, frente a otros actores decisorios. Durante ese mismo año, se inició una nueva tarea orientada a homologar los criterios nacionales sobre las publicaciones que los colombianos han hecho en diferentes revistas del mundo. Hoy esa labor está prácticamente completa. También en 2004 se logró formular la política de apropiación social e internacionalización de la ciencia, la tecnología y la innovación.

A finales de 2004, el CNCyT puso en marcha la política de apoyo a la creación de *Centros de Investigación de Excelencia*, financiando la creación de cuatro centros, en las siguientes áreas temáticas: biodiversidad y recursos genéticos; biotecnología e innovación agroalimentaria y agroindustria; enfermedades infecciosas prevalentes en áreas tropicales y materiales avanzados

y nanotecnología. De igual forma, a finales del mes de agosto de 2006, el CNCyT aprobó apoyar otros dos centros de excelencia en las áreas de: modelamiento y simulación de fenómenos y procesos complejos, y cultura, instituciones y desarrollo. Con esto, el país viene dando un paso significativo en la focalización y creación de líneas de investigación en materia científica y tecnológica.

En julio de 2005, el CNCyT aprobó el tránsito de los once Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología a las seis áreas de conocimiento. Con esta innovación institucional se renueva, fortalece y promueve, con visión de futuro, la apuesta nacional por el desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación.

Esta reforma busca dar mayor dinamismo y flexibilidad al SNCyT en la definición de políticas y prioridades, a través del desarrollo de agendas de investigación de mayor impacto en el mediano y largo plazo. Igualmente, se busca un mayor diálogo entre generadores y usuarios del conocimiento, entre disciplinas y entre instituciones para complementar recursos y capacidades que contribuyan a la transformación social y productiva del país y sus regiones con base en el conocimiento. El cuadro 3 resume las seis áreas del conocimiento.

¹⁵ A la fecha, 29 departamentos han logrado un funcionamiento regular de sus comisiones, las cuales funcionan cuatro veces al año, con la presencia de los respectivos gobernadores.

Cuadro 3 Áreas de CT+1

<p>Investigación Fundamental. La investigación fundamental se identifica como aquella que se lleva a cabo sin estar directamente relacionada con una aplicación determinada y -si no exclusivamente, al menos principalmente- con el fin de hacer avanzar los conocimientos, generar conocimiento organizado, o simplemente, la investigación que permite progresar en las respuestas a las grandes preguntas que constituyen las principales preocupaciones humanas.</p>
<p>Materia y Energía. El objeto de estudio de esta área abarca desde la comprensión de la naturaleza de las “diferentes realizaciones” de la energía y la materia, pasando por la aproximación y el desarrollo de la tecnología requerida para manejar la gran diversidad de contextos en los que éstas se presentan, hasta llegar a la invención requerida para transformar el conocimiento científico y tecnológico en bienes y servicios que mejoren la calidad de vida de la población colombiana.</p>
<p>Procesos Biológicos, Agroalimentarios y Biodiversidad. El objeto de estudio de esta área es la vida, así como los procesos biológicos, físicos y químicos, desde sus diferentes niveles de organización biológica: moléculas, genes, organismos, poblaciones, comunidades y paisajes, así como también de sus interacciones. También incluye la valoración de las formas tradicionales de conocimiento. Abarca los estudios relacionados con la identificación y caracterización de la biodiversidad y la generación de nuevo conocimiento en relación con los procesos biológicos en todos sus niveles de organización.</p>
<p>Ser Humano y su Entorno. Esta área surge como respuesta al manejo de los problemas relacionados con la salud humana, la seguridad social y ambiental, la conservación del planeta y la necesidad de construir un desarrollo socioeconómico sostenible y humanitario, que asegure la base ambiental para el bienestar de las comunidades.</p>
<p>Educación, Cultura e Instituciones. Esta es el área de la comprensión integral de los sistemas humanos y sociales, la generación de innovaciones sociales y la contribución al desarrollo humano y social de las comunidades para permanecer como sociedad viable. Tiene como objeto construir conocimiento que permita comprender la complejidad de los problemas nacionales y brinde alternativas de solución.</p>
<p>Gestión del Conocimiento, Aplicaciones Sociales y Convergencia Tecnológica. Comprende tres temas fundamentales: (a) la naturaleza del conocimiento y la innovación y sus procesos asociados; (b) las relaciones de este conocimiento con la sociedad y las aplicaciones sociales y productivas de la innovación y el conocimiento; y (c) los productos de dicho conocimiento y sus tecnologías convergentes. En el estudio de estos temas surgen otros dos que contribuyen a su esclarecimiento: (a) la gestión de la innovación y del conocimiento; y (b) la convergencia tecnológica.</p>

Colombia ha entrado así en una fase basada en la emergencia de una nueva ciencia que ya no sólo se limita a auscultar e interpretar los misterios básicos de la naturaleza y del universo próximo y su funcionamiento. Ante nuevos paradigmas, la ciencia se aventura en el conocimiento de las estructuras básicas de la vida y en los nuevos materiales, las nanociencias y las nanotecnologías, así como la aplicación de éstos y otros conocimientos a la actividad productiva.

LA SITUACIÓN ACTUAL

Con estos esfuerzos comenzó a evidenciarse una gran necesidad, relacionada con la capacidad de usar el conocimiento para el desarrollo económico, social y ambiental en el país. Si bien existen múltiples e importantes obstáculos por superar, de igual forma es posible registrar ciertos avances significativos. En ese orden de ideas, una vez transcurrido el proceso descrito, la situación de la ciencia y la tecnología en el país puede resumirse a través de los siguientes ocho puntos.

1. Baja inversión nacional en CyT

En las economías modernas, la única forma real de asegurar la competitividad global a largo plazo es lograr que el conocimiento dinamice los factores productivos en formas relevantes para la generación de ingreso (valor agregado). Así se garantiza la viabilidad y rentabilidad de la estructura productiva, toda vez que la producción, transformación, adaptación, transmisión, e innovación del conocimiento produce excelentes dividendos. Con todo, las fallas de mercado contribuyen a que los niveles de inversión en CyT no sean los óptimos, problema que se observa con rigor en países como Colombia.

En este sentido vale la pena recordar las razones por las cuales ocurren estas fallas, y que incluyen: (a) el hecho de que el conocimiento es un *bien público* clásico¹⁶; (b) la tecnología es claramente un bien afectado por problemas de información imperfecta - o el carácter asimétrico de la información disponible para cada uno de los agentes- y de barreras a la entrada -dado que los costos e infraestructura necesarios no siempre

están al alcance de todos-; y (c) la incertidumbre acerca de los costos y beneficios de la investigación es usualmente alta.

Estas imperfecciones del mercado de la tecnología, y particularmente las externalidades¹⁷ positivas presentes en el desarrollo científico y tecnológico, constituyen una razón importante para la intervención del Estado. En este sentido, los gobiernos suelen estimular la inversión privada por varios caminos que incluyen las exenciones fiscales, la existencia de fondos importantes de financiación de emprendimientos privados, el respaldo a fondos de capital de riesgo o su creación directa.

En Colombia, los avances logrados en fortalecimiento de una institucionalidad en CyT, no han tenido un desarrollo paralelo en la financiación ni en la incorporación de la CyT como prioridades de la sociedad colombiana. Las agencias internacionales recomiendan la cifra que retomó la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo: para que una nación sea viable debe invertir no menos del 2,0% de su PIB en actividades de ciencia, tecnología e innovación¹⁸.

¹⁶ Un *bien público* es un bien o servicio que beneficia a toda la sociedad, pero que los empresarios privados no tienen suficientes incentivos para producir por cuenta propia (ejemplos incluyen el alumbrado público y la defensa nacional). Los bienes públicos se caracterizan por la no-rivalidad y la no-exclusión.

- *Ausencia de rivalidad*: el consumo de una persona no disminuye el consumo de otra; es decir, que el bien no disminuye por el hecho de que lo consuma un número mayor de personas (el costo marginal de agregar un nuevo usuario es cero).

- *Ausencia de exclusión*: cuando no es posible impedir que alguien utilice un bien o servicio una vez que este se produce, es decir, que nadie puede quedar excluido de sus beneficios.

Los principios de no-exclusión y no-rivalidad, características del bien público dan lugar a externalidades, es decir, que exista gente que se beneficia del bien sin haber contribuido a su financiación -*free-riders*-. Por eso se dice también que un bien público es aquel que produce efectos sobre quienes no han participado en la transacción.

La provisión de bienes públicos no puede realizarse eficientemente a través del mercado puesto que el oferente de los mismos no puede garantizar que sólo quienes paguen tengan derecho a obtener el bien. En estas circunstancias muchas

personas no tendrían incentivo alguno para pagar por algo que, de todas maneras, estarán en condiciones de disfrutar y, por lo tanto, quien produzca el bien no tendrá los incentivos para hacerlo. El bien público constituye el argumento central del intervencionismo estatal, ya que en esta línea argumental, el gobierno produciría la cantidad óptima del bien en cuanto éste sería financiado por todos a través de impuestos, con lo cual se internalizaría la externalidad y no habría *free-riders*-ni costos ni beneficios externos sin internalizar.

¹⁷ Se define como externalidad el resultado de una actividad que causa beneficios (externalidad positiva) o daños incidentales (externalidad negativa) a terceros, sin que el generador de la externalidad reciba compensación en el caso de los beneficios ni pague resarcimiento en el caso de los daños.

¹⁸ Al respecto, ver por ejemplo IAC (2004; Cap. 1) y BID, OEA, Cepal, Concytec (2004). Para países desarrollados en los que el umbral está por encima del 1%, las metas, como es de esperarse, son más ambiciosas. En marzo de 2000, por ejemplo, el Consejo de la Unión Europea fijó lo que se conoce como la Meta de Lisboa, que apunta a alcanzar un gasto en CyT del 3% del PIB (2% privado y 1% público), para “hacer de Europa la economía más competitiva y dinámica, basada en el conocimiento, para el año 2010”.

De hecho, en el país la inversión tanto pública como privada en CyT ha sido difícil de precisar, en parte por que no se cuenta aún con una metodología adecuada, que siga las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para medir este tipo de gasto. Esto es especialmente grave, ya que la confiabilidad de las cifras depende en gran medida de la metodología utilizada para obtenerlas¹⁹.

Pese a ello, de acuerdo con los datos existentes, la inversión total en CyT en el país está aún lejos de los niveles recomendados y aceptados en el ámbito internacional. Este rezago se da no sólo en comparación con los líderes mundiales, sino respecto a otros países de América Latina. Mientras que en países como Israel y Suecia el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB supera el 4 %, en Colombia, este porcentaje asciende apenas a 0,37 %²⁰ (cuadro 4).

Esta participación es a su vez baja, comparada con la de países Latinoamericanos como Chile y Brasil, no sólo como proporción del PIB (gráfico 1), sino también en términos per cápita.

¹⁹ Este aspecto está en proceso de ser subsanado mediante los actuales procesos de evaluación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y una consultoría del Departamento Nacional de Planeación y Colciencias orientada a establecer una metodología específica para la medición del gasto público en ciencia y tecnología.

²⁰ Una forma de capturar la magnitud del esfuerzo de un país en actividades científicas y tecnológicas es el gasto en investigación y desarrollo (I+D), para lo cual en 1963 los países de la OCDE a través del grupo NESTI (Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología) desarrollaron una metodología recopilada en el Manual de Frascati [OCDE, 1993]. En los últimos cuarenta años el grupo NESTI ha desarrollado una serie de trabajos conocida como la “Familia Frascati”, que incluye manuales para la medición nacional de actividades de investigación y desarrollo (el ya citado Manual de Frascati), innovación [Manual de Oslo, OCDE, 1997], recurso humano [Manual de Canberra, OCDE, 1995], y otros. En el caso de Colombia, los datos presentados en el cuadro 3 corresponden a la suma de actividades de ciencia, tecnología e innovación

Cuadro 4
Colombia. Gasto en actividades de ciencia, tecnología e innovación, 2003-2004

Millones de pesos corrientes

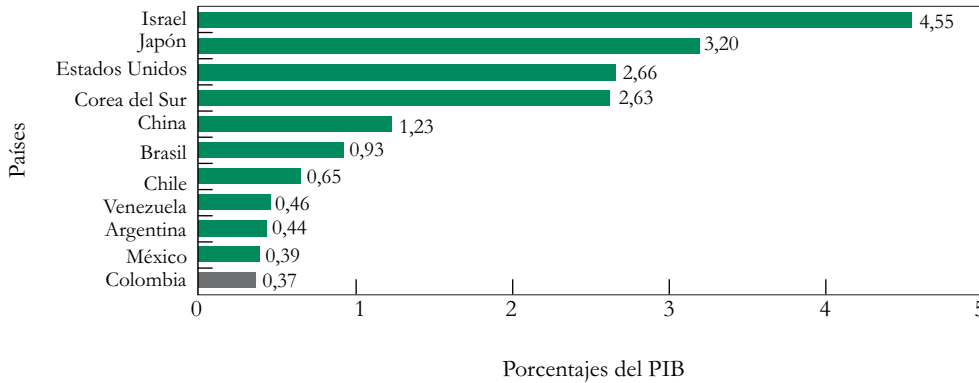
Tipo de financiación	2003	2004	Porcentaje del PIB, 2004
Del Gobierno	514.576	525.428	0,20
Privada	302.020	410.394	0,16
Total	816.596	935.822	0,37

Fuentes: Sector gobierno, cálculos DNP-DDE; Privada: II Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico.

La crisis económica colombiana de finales del siglo XX, unida a otros factores, hizo que se avanzara muy poco hacia el cumplimiento de la meta señalada en la Misión, lo cual hace más urgente y necesario recuperar el tiempo perdido en su búsqueda. Cada año de demora supone una ampliación de la brecha con respecto a las naciones más adelantadas y la consecuente acumulación de desventajas en la competitividad, con graves repercusiones sobre la viabilidad de nuestra economía y sobre las posibilidades de consolidar un progreso social sostenible.

(ACTI) de acuerdo con los criterios establecidos por el Manual de Oslo y el Manual de Bogotá [Jaramillo, Lugones y Salazar, 2000], que comprenden: (1) investigación y desarrollo (investigación básica, aplicada y desarrollo experimental); (2) formación de capital humano para la CyT; (3) servicios científicos y tecnológicos; (4) innovación tecnológica y actividades de innovación. Nótese que además del gasto en I+D, el cálculo incluye de forma ampliada actividades de innovación tales como actividades de diseño, gastos en adquisición de patentes y capacitación tecnológica, entre otros. Los argumentos que sustentan la utilización del gasto en ACTI como sucedáneo de la I+D en su ausencia se resumen en dos puntos básicos: (1) el país no se cuenta con un indicador de gastos estrictamente en I+D; y (2) uno de los objetivos de la medición de las ACTI es lograr una comparación no sólo de los niveles absolutos de gasto en CyT con otros países sino también de su esfuerzo tecnológico -que en países de la OCDE se identifica más claramente con la I+D-, del cual la medición del gasto en ACTI provee una aproximación en el caso colombiano.

Gráfico 1
Gasto total en investigación y desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB, 2004



Fuente: Anuario Mundial de Competitividad. IMD International Institute for Management Development, 2006.
Colombia: Cálculo DNP-DDE (Actividades científicas, tecnológicas y de innovación).

Es necesario, por lo tanto, proteger las erogaciones de CyT de las vicisitudes de distinta naturaleza que puedan menoscabar la capacidad de asignación de recursos a estas actividades y a sus entidades. Al mismo tiempo, deben buscarse nuevas fuentes de financiación, nuevas formas de apalancamiento de recursos para la investigación, y una mayor coordinación y explotación de complementariedades entre la inversión pública y la privada.

Un componente importante de este gasto, sobre todo por lo que encarna su misión, es el presupuesto de Colciencias, el cual no ha tenido un crecimiento continuo. Al analizar lo ocurrido desde su creación, es posible distinguir tres etapas, asociadas cada una de ellas a los tres créditos otorgados por el BID. El período de ejecución y monto de dichos créditos se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5
Recursos programas BID, según etapas I, II y III

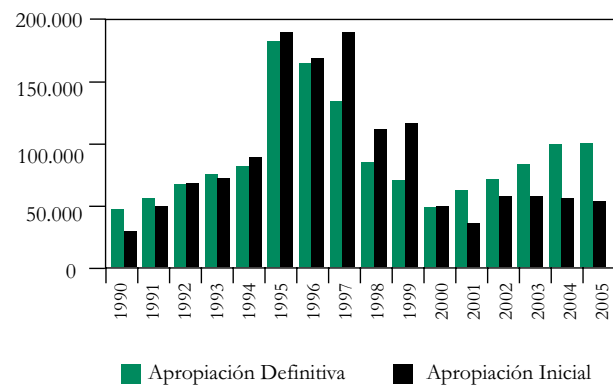
Millones de dólares

Etapas	Período	BID	Contrapartida nacional	Total
BID I	1984-1990	20,0	24,5	44,5
BID II	1991-1995	40,0	26,7	66,7
BID III	1995-2002	100,0	119,0	219,0

Fuente: Colciencias

Después del ingreso del último de ellos (1995), el presupuesto de Colciencias disminuye progresivamente hasta el final de la pasada década, e inicia a partir del 2001 un período de recuperación, asociado principalmente a los recursos asignados por la Ley 344 de 1996 y la Ley 643 de 2001 (gráfico 2).

Gráfico 2
Presupuesto de Colciencias



Fuente: Colciencias

El financiamiento de la ciencia y la tecnología ofrecida por el Estado se ha basado principalmente en los recursos de crédito externo y en las respectivas partidas del presupuesto nacional, razón por la cual Colciencias se ha visto afectada de manera

especial, pues los recursos públicos, originados en apropiaciones del presupuesto nacional, han sido altamente vulnerables al ciclo fiscal. A pesar de esto, la entidad ha recibido, en el periodo 1990-2005, \$1,56 billones de pesos de 2005²¹.

De acuerdo con lo anterior, pese a las dificultades fiscales y económicas, Colombia debe esforzarse por llegar a un nivel de inversión del 1% del PIB hacia 2010 y continuar con un esfuerzo sostenido, hasta lograr niveles del 2,0% del PIB en 2019. Si se tiene en cuenta que en los países industrializados la inversión privada sobrepasa niveles del 70 por ciento de la inversión total, Colombia deberá encaminarse a incrementar ostensiblemente este componente, de forma que en 2019 se alcance al menos este porcentaje.

En tal sentido, uno de los grandes retos para Colombia y para el nuevo Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCT+I)²² es promover y consolidar nuevas fuentes de financiación. Actualmente, varios de los programas nacionales de CyT mantienen un progreso satisfactorio en su actividad de investigación e innovación, gracias al acopio de recursos provenientes de fuentes diferentes al presupuesto de Colciencias.

Es el caso de los programas de Energía y Minería, de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, de Ciencias Agropecuarias, y de Ciencias de la Salud, entre otros. Sin embargo, esa tendencia no debe descuidar la importancia de un apoyo sostenido a la investigación en Ciencias Básicas y Ciencias Sociales y Humanas, las cuales no cuentan con agentes privados susceptibles de ser asociados como eventuales fuentes de recursos.

2. Capacidades científicas y tecnológicas en ascenso, pero aún lejos de estándares internacionales

Colombia no ha logrado consolidar una tradición científica y tecnológica comparable a la de países como Argentina, México y Brasil²³. No obstante, en las últimas dos décadas, y especialmente en los últimos diez años, la capacidad de generar y adaptar conocimiento entró en una etapa ascendente, la cual se hace evidente en el ostensible incremento de los grupos de investigación, del personal dedicado a actividades de CyT, de programas de doctorados y de doctores graduados de universidades colombianas (gráficos 3 al 5).

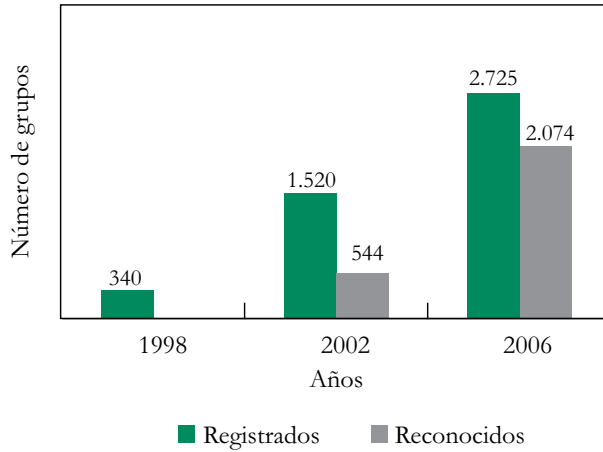
²¹ Se usó como deflactor el índice de precios implícito del PIB.

²² Con la importancia estratégica dada a la innovación en el direccionamiento del SNCyT, particularmente a partir de 1995 con la introducción del modelo de SNI, Colciencias y el CNCyT han desarrollado un esquema de trabajo integral a la luz del cual la denominación del SNCyT ha evolucionado hacia la de Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCT+I).

²³ Así por ejemplo, en 1947 el científico argentino Bernardo A. Houssay se convirtió en el primer latinoamericano laureado con el premio Nobel de medicina por sus estudios de la glándula pituitaria y el metabolismo de azúcares, realizados en su país natal. Desde 1919 y durante 26 años, Houssay fue director del Instituto de Fisiología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, tiempo durante el cual este centro se convirtió en una reputada institución de investigación experimental en fisiología y medicina de clase mundial.

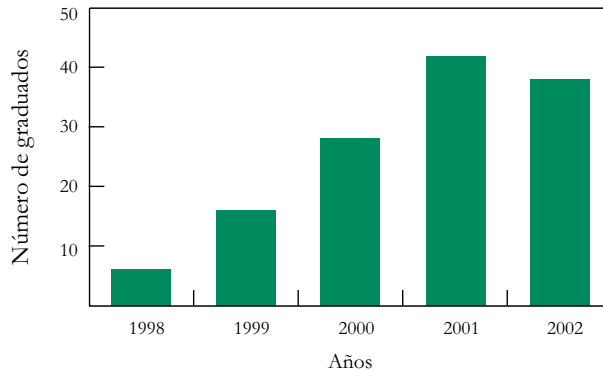
De hecho, el otro premio Nobel concedido a un representante de un país latinoamericano en disciplinas científicas -excluidos los premios Nobel de paz y literatura- corresponde al también argentino Luis Federico Leloir (Química, 1970). César Milstein, nacido en Argentina (premio Nobel de Medicina, 1984) lo recibió por Gran Bretaña. Baruj Benacerraf, patólogo venezolano (Nobel en Fisiología y medicina, 1980), y el mexicano Mario José Molina (Nobel en Química, 1995), obtuvieron sus distinciones por E.U. De igual forma, en la década de 1940 Argentina se convirtió en el quinto país en fabricar y poner en vuelo un avión a reacción después de Alemania, Gran Bretaña, Estados Unidos y la Unión Soviética. En cuanto se refiere al número de patentes por habitante, tradicionalmente Argentina ha tenido el liderazgo regional, que incluso la ubica por encima de países con niveles de ingreso ostensiblemente superior como Portugal y Eslovaquia.

Gráfico 3
Grupos de investigación, 1998-2005



Fuente: Colciencias

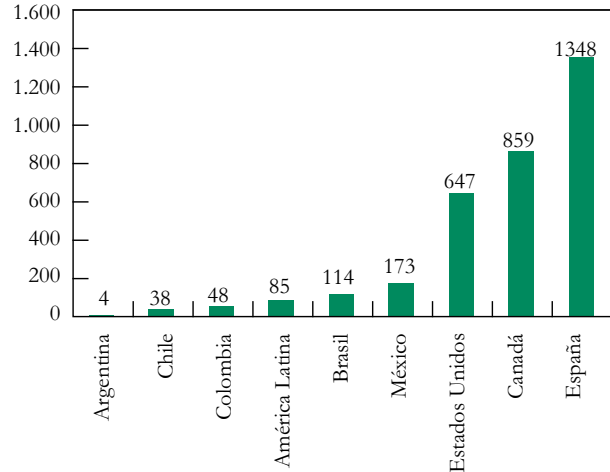
Gráfico 4
Graduados de doctorado, 1998-2002



Fuente: Colciencias. Datos a julio de 2006

²⁴ Los grupos de investigación reconocidos por Colciencias reúnen las siguientes características: (a) tener dos o más años de existencia; (b) demostrar la producción de por lo menos un producto de nuevo conocimiento, si el grupo tiene dos años de existencia; (c) demostrar la producción de por lo menos un producto de nuevo conocimiento certificado, si el grupo tiene tres años de existencia; (d) reportar una producción bianual mínima de un producto de nuevo conocimiento certificado, si el grupo tiene más de tres años de existencia; (e) tener al menos un proyecto de investigación

Gráfico 5
Titulados de maestrías y doctorados por cada cien mil habitantes, 1990-2002



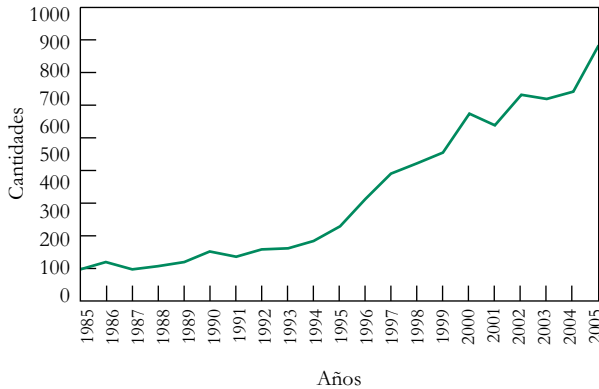
Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)

El número de grupos de investigación pasó de más de un centenar hacia 1990, a 3.440 inscritos y 1.825 reconocidos por Colciencias en la actualidad²⁴. Asimismo, el número de personas dedicadas a actividades de CyT se incrementó hasta llegar a ubicarse alrededor de 20.000 en 2004. Esta cifra equivale a cerca de la mitad de lo recomendado por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo para el 2005, pero es a la vez muy superior a los 4.000 que la misma Misión estimó que había en 1994. De igual forma, se logró que el número de publicaciones anuales de los colombianos en las revistas del Science Citation IndexExpanded (SCI-e)²⁵, se multiplicara por un factor cercano a 3,5 en la última década (gráfico 6).

formalizado en alguna institución, activo dentro de la ventana de observación; y (f) ser avalado al menos por una de las instituciones a las cuales el grupo haya registrado que pertenece.

²⁵ El *Science Citation Index Expanded* (SCI-e) es un índice de citas de autores (actual y retrospectivo) de trabajos de ciencia y tecnología que provee acceso a información bibliográfica, resúmenes de autor (*author abstracts*) y referencias citadas en cerca de 3.700 revistas académicas de CyT que cubren más de 100 disciplinas.

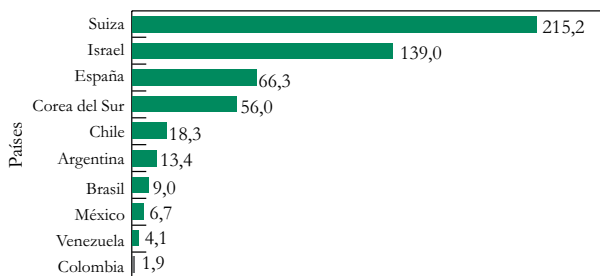
Gráfico 6
Número de publicaciones de colombianos en el SCI-e*, 1985-2005



Fuente: SCI-e (Science Citation Index expanded)

No obstante, de acuerdo con estándares internacionales, el país tiene aún mucho por recorrer. Todavía persiste un considerable rezago en términos de personal dedicado a actividades científicas y tecnológicas, situación que se manifiesta en la escasa presencia de científicos nacionales en publicaciones internacionales. En estos aspectos existe una enorme brecha en el país, con respecto a países líderes en el mundo y a otros de América Latina, como lo muestran los gráficos 7 y 8.

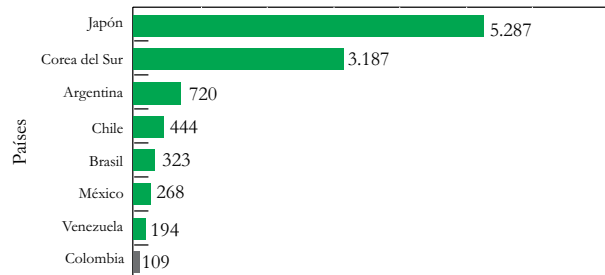
Gráfico 7
Artículos científicos publicados, según país de origen del autor por cada cien mil habitantes*, 2005



Fuente: SCI-e (Science Citation Index Expanded)

* Con base en artículos publicados en revistas indexadas en el SCI-e.

Gráfico 8
Investigadores por millón de habitantes, 2003*



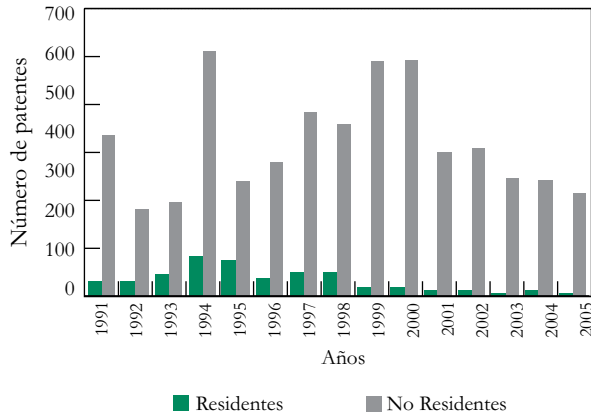
Fuente: UNESCO (Institute for Statistics); Brasil, Venezuela: datos no disponibles; México: información para 2002.

* Con base en artículos publicados en revistas indexadas en el SCI-e.

En términos de patentes otorgadas, el país muestra igualmente una situación bastante precaria. Agentes residentes participan sólo con una pequeña fracción del total de patentes concedidas en el país frente a los patentes otorgadas a no residentes, así en los últimos cinco años esta relación llegó a un factor cercano a 32 (gráfico 9). En consecuencia, el país se ubica en últimos lugares en el escalafón de países según coeficientes de invención. Para el periodo 2002-2004, este coeficiente fue de 0,03 para Colombia, mientras que en Argentina y Brasil alcanzó 0,53 y 0,38 respectivamente (gráfico 10).

En el nivel regional se observa también una marcada disparidad en el acceso a oportunidades para el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas y, con ello, en la capacidad de hacer del conocimiento una efectiva fuerza motriz para el desarrollo. El alto grado de concentración regional que, en el ámbito nacional se presenta en términos de inversiones tanto públicas como privadas, infraestructura y presencia de instituciones de administración pública, entre otros, se refleja también en las capacidades científicas y tecnológicas, las cuales permiten agrupar los departamentos y centros urbanos del país en tres categorías.

Gráfico 9
Patentes otorgadas en Colombia, 1991-2005

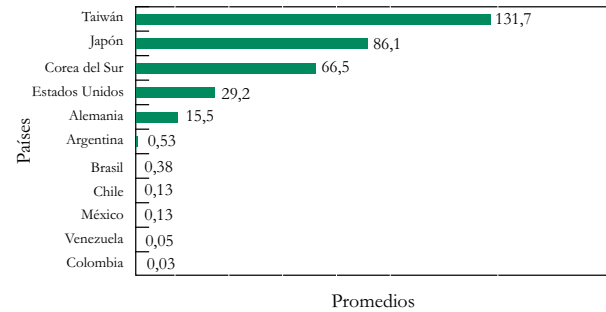


Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio 2006

En primer lugar están los *polos motrices*, cuyas condiciones les han permitido la acumulación de ventajas adicionales, incluido el desencadenamiento de procesos de desarrollo científico y tecnológico, entre los que se encuentran el Distrito Capital, Antioquia, Valle del Cauca y, en menor escala, Atlántico. En el extremo opuesto se encuentran los *departamentos de poco dinamismo*, que son la mayoría, y que carecen de las ventajas comparativas de los anteriores, lo cual repercute en dinámicas de desarrollo limitadas aunque en varios casos dispongan de abundantes recursos naturales y con ello un considerable potencial. En el centro se encuentran los *departamentos intermedios*, con altos potenciales de desarrollo, pero presentan un lento dinamismo, circunstancia que se traduce en un proceso de desarrollo científico y tecnológico que debe ser potenciado mediante una política acertada. Ellos son Caldas, Risaralda, Boyacá, Meta, Bolívar, Cesar, Tolima, Huila y Quindío²⁶. [Colciencias, 2005c;10].

²⁶ Además, según ciertos intereses estratégicos y geopolíticos nacionales, algunos departamentos se convierten en prioridades de desarrollo científico y tecnológico, como en el caso de las regiones de interés estratégico ambiental.

Gráfico 10
Patentes otorgadas a residentes, por cada 100.000 habitantes, promedio 2002-2004



Fuente: Anuario Mundial de Competitividad 2006, IMD.

Sobre este aspecto, cabe mencionar que una política regional de ciencia y tecnología no debe desconocer las dinámicas sociales y económicas que actúan como imanes naturales para el desarrollo económico, social y de capacidades científicas y tecnológicas. Tampoco debe propender por una *territorialización absoluta* del conocimiento, tratando de establecer instituciones de clase mundial en todos los departamentos del país, situación que en la práctica no se observa en los países industrializados con mayores capacidades económicas y de infraestructura de CyT. En cambio, debe facilitar la disminución de la asimetría en las capacidades regionales y propender por fomentar la integración regional.

3. Falta de mecanismos jurídicos en el SNCyT, que se traduce en un inadecuado nivel de operatividad del sistema

A pesar de que con el SNCyT se crearon mecanismos jurídicos de coordinación de la actividad científica y tecnológica, los resultados no han sido satisfactorios. A modo de ejemplo, por medio de los artículos 4º y 7º de la Ley 29 de 1990 se intentó en su momento organizar toda

la inversión pública nacional en CyT²⁷. En la práctica esto no ha sido posible; en primer lugar, el desarrollo jurídico, procedimental y logístico para esta tarea aún no ha sido concretado y, en segundo lugar, se ha incumplido el mandato legal que señala que Colciencias -entidad adscrita al DNP- debe tener ingerencia en la planeación y ejecución de los presupuestos públicos en la materia.

De igual forma, no existen los instrumentos que hagan suficientemente vinculantes las decisiones del CNCyT, que durante varios años ha funcionado como una reunión más de académicos y funcionarios de los ministerios con Colciencias bajo la tutela del DNP. Se hace indispensable, entonces, construir la institucionalidad adecuada para optimizar los recursos y esfuerzos para la ciencia, la tecnología y la innovación de manera realmente coordinada. Lo anterior involucra el diseño de los arreglos institucionales (normas y arreglos organizacionales y de procesos) que en su operación logren: (a) reflejar la voluntad política del alto gobierno por darle prioridad al desarrollo de la ciencia y la tecnología; (b) vincular activamente al sector productivo y a todos los estamentos de la sociedad; y (c) construir y fortalecer el capital social²⁸ en materia de CyT, para el desarrollo de estas actividades²⁹.

4. Escasa vocación científica y de investigación en los jóvenes y en las universidades colombianas

Las actividades científicas y tecnológicas se sustentan en un adecuado sistema educativo, que

desde temprana edad fomente la investigación. En Colombia todavía no hay un desarrollo adecuado que motive el interés científico en los planos cultural y educativo. Pocos jóvenes le apuestan a la ciencia y relativamente pocos padres de familia respaldan a sus hijos en ello.

En gran medida, la convicción de que la ciencia y la tecnología son ajenas a la población, se debe a la forma de enseñar tradicionalmente estos temas en la educación básica y media, que se concentra en contenidos que aparecen como una colección de leyes, teoremas, principios, fórmulas y tablas, cuya aplicación en la solución de problemas reales no son fácilmente visibles, y se presentan como soluciones dadas de una vez para toda la eternidad.

De acuerdo con datos recientemente divulgados por el Ministerio de Educación Nacional, en 2004 se graduaron 80.404 profesionales en Colombia. De ellos, el 22% cursó programas de administración, el 11% de educación y el 9% de derecho. Estos porcentajes contrastan con los observados para carreras relacionadas con la tecnología e innovación; así por ejemplo, ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines captaron el 3,03%, ingeniería mecánica el 1,43% e ingeniería eléctrica el 0,76% por ciento. Matemáticas tuvo apenas el 0,2% y física el 0,1%; de hecho, ya se hace evidente en el país la escasez de docentes de matemáticas.[El Tiempo, 2005a]³⁰.

²⁷ En particular, en el artículo 4º se estableció que Colciencias y el Conpes organizarán los presupuestos de actividades de investigación y desarrollo tecnológico de las entidades descentralizadas y en el 7º se hacía lo propio con los establecimientos públicos del orden nacional.

²⁸ Capital Social es el conjunto de normas y vínculos que permiten la *acción social colectiva* -y con ello la fluidez de las formas de cooperación y niveles de confianza entre agentes-. No sólo es la suma de las instituciones que apuntalan una sociedad, sino que es el *pegamento que las mantiene juntas*. Este concepto ha cobrado vigor en la literatura de ciencias sociales a

partir de la obra de autores como Robert Putnam [1995] y el establecimiento de un programa de investigación en el tema por parte del Banco Mundial; de hecho la definición aquí presentada es la adoptada por el citado programa.

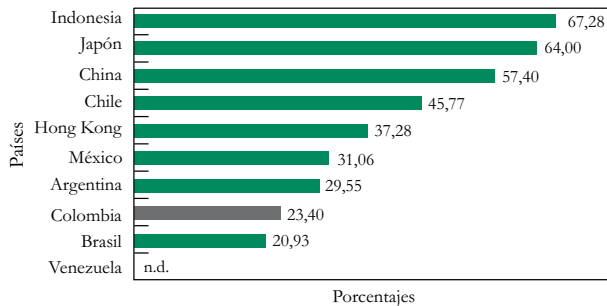
²⁹ Esto incluye a entidades públicas de todos los niveles de gobierno, universidades, centros de investigación, empresas, asociaciones gremiales y entidades financieras, entre otros.

³⁰ Al respecto, el XV Congreso Nacional de Matemáticas (2005) denunció recientemente, ante la opinión pública, la escasez de profesores de esta materia en las universidades y los serios problemas de calidad presentes en la formación de los docentes.

Los datos internacionales sobre porcentaje de títulos de pregrado obtenidos en Ciencias e Ingeniería confirman esta situación, y ubican nuevamente a Colombia en la última posición (gráfico 11). En efecto, por cada egresado de un programa de administración en Colombia hay apenas 0,6 ingenieros. Más aún, mientras en Japón hay un abogado por cada 15 ingenieros, en Colombia hay un profesional del derecho por cada 2,5 ingenieros [Dinero, 2006]³¹.

También se hace evidente la necesidad de que mejore en la sociedad, y particularmente en el sector productivo, la valoración de las capacidades específicas según el nivel de educación superior alcanzado. Así, quienes han logrado obtener titulación doctoral cuentan con un valioso potencial para la investigación; de

Gráfico 11
Porcentaje de títulos de pregrado obtenidos en ciencias e ingeniería, 2002



Fuente: National Science Foundation (NSF). Science and engineering indicators. Datos tomados del Anuario Mundial de Competitividad, IMD (2006)
 n.d.: no disponible

igual modo, quienes cuentan con formación técnica o tecnológica tienen en su haber conocimientos importantes para el trabajo diario del sector empresarial. Esto hace necesario reevaluar el actual paradigma según el cual la gran mayoría de jóvenes aspira a obtener un título profesional universitario, cuando las necesidades del país expresadas en la demanda laboral no pueden absorber su capacidad de trabajo y muchos, a la postre, terminan realizando labores técnicas.

De acuerdo con lo anterior, no sorprende el bajo crecimiento de los matriculados en educación técnica y tecnológica, incluido el Sena, frente a un aumento mayor en la educación universitaria. A esto se une la elevada concentración de programas técnicos y tecnológicos en áreas como economía, administración, contaduría, ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines, que representan el 74% de todos los programas de ese nivel. Salvo algún progreso en ingeniería, no se ha podido avanzar en la oferta de programas de mayor calidad en áreas clave para el desarrollo científico como ciencias básicas y biotecnología.

De otra parte, pese a la relativa efectividad en la enseñanza, las universidades colombianas se caracterizan por la baja presencia de su producción científica en las publicaciones especializadas internacionales y la concentración de la producción intelectual con factor de impacto en pocas instituciones³².

³¹ El informe preliminar *Colombia: Informe de la Educación Superior en Iberoamérica* de la CINDA [Orozco, et. al, 2006] confirma estas cifras para el año 2005.

³² Un ranking elaborado por SCImago Research Group analizó la producción científica de universidades y centros de investigación en 9 países iberoamericanos durante los últimos 15 años. Fueron seleccionadas 621 instituciones que acumularon más de 100 artículos científicos en publicaciones indexadas en la base de datos de Thomson Scientific (ISI).

El ranking colombiano quedó así: Universidad Nacional (Bogotá), 1.791; Universidad del Valle, 1.127; Universidad de Antioquia, 979; Centro Internacional de Agricultura Tropical (Valle), 717; Universidad de los Andes (Bogotá), 654; Universidad Javeriana (Bogotá), 491; Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga), 274; Instituto Nacional de Salud (Bogotá), 151; y Corporación para Investigaciones Biológicas (Medellín), 141. Ver el artículo: Universidades de Vanguardia, Revista Dinero, Octubre 13 de 2006.

La baja producción se relaciona, asimismo, con la ausencia de incentivos para la investigación, particularmente en instituciones de educación superior. El hecho de que las universidades -en particular las privadas- deriven la mayor parte de sus ingresos de actividades directamente relacionadas con la instrucción de estudiantes, hace que los docentes deban privilegiar desproporcionadamente la cátedra frente a la investigación. De igual manera cabe destacar el papel de la brecha entre el nivel de remuneración de docentes universitarios y el observado en el sector privado, a lo que se une la ausencia de estímulos que hagan atractiva la investigación no sólo en universidades sino también en grupos y centros³³.

5. Baja valoración de la importancia del desarrollo de actividades científicas y tecnológicas en la sociedad colombiana y, particularmente, por parte del empresariado nacional

La valoración de los colombianos sobre la importancia de producir, adaptar, transformar, modificar y usar el conocimiento es aún muy baja. Tal hecho hace que el país se caracterice por una ausencia de cultura científica y tecnológica a todo nivel. Si bien la insuficiencia de los estímulos del Estado para la inversión privada en ciencia y tecnología incide en su bajo nivel, un factor más importante lo constituye la escasa confianza de los empresarios colombianos en el

papel del conocimiento como fuerza motriz de sus empresas y de sus negocios. No es de sorprender, entonces, que la apropiación de la ciencia y la tecnología por parte del sector productivo sea baja, especialmente en las pequeñas y medianas empresas.

Según la Encuesta Nacional de Percepción de la Ciencia y la Tecnología, el 77% de los empresarios considera, de acuerdo con su experiencia, que invertir en CyT es buen negocio; sin embargo, sólo el 41% cree que participar en redes de innovación tecnológica es importante para la competitividad. Esto pone en evidencia el predominio en el país de un imaginario de la ciencia y la tecnología limitado y ajeno a la realidad nacional, en donde la mirada sigue puesta en los resultados más no en los procesos que dan lugar a estos resultados. A esto se suma la poca asociación que hace el público en general de la CyT con el desarrollo político, económico y social del país, de acuerdo con los resultados obtenidos por la citada Encuesta [Aguirre, 2005].

Esta percepción, evidente entre el empresariado, puede ser común a la sociedad colombiana en general. Si bien hay en el país cierto reconocimiento de que la producción y la transformación del conocimiento inciden de manera positiva en la calidad de vida, hay también un convencimiento total de que en Colombia eso no se cumple, de que no vale la pena hacerlo y de que, en todo caso, no hay el apoyo suficiente para ello.

³³ En 1994, con el Decreto 1742, por medio del cual se crearon estímulos especiales para investigadores, se dio un paso en esta dirección. Con todo, la puesta en práctica de este Decreto se limitó a un par de años. De otro lado, de acuerdo con los resultados del estudio sobre la Oferta y la Demanda de formación avanzada en Colombia, se hizo énfasis en que las universidades públicas, a pesar de ser las instituciones con mayor capacidad para la oferta de programas doctorales, tienen una gran amenaza, dado que cada vez es más difícil crear

incentivos allí para la vinculación de doctores. La principal causa de esta amenaza, está en el Decreto 1279, en el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales. Las limitaciones que surgen de este decreto hacen que el salario de los docentes en las IES públicas no sea un buen incentivo, que no satisfaga las expectativas de los docentes ni sea competitivo en el sentido de responder a las señales del mercado, como ocurre en las IES privadas (Ver: Oportunidad Estratégica, 2006).

Según la Segunda Encuesta de Desarrollo Tecnológico, realizada en 2005, sólo un 8,3% de las empresas analizadas pueden catalogarse como innovadoras en sentido estricto³⁴. En términos de innovación, la práctica más común entre el empresariado nacional consiste en limitarse a comprar la tecnología ya disponible en el mercado. Entrar en estas condiciones a una economía globalizada y altamente competitiva es como participar en una maratón con la convicción de que los primeros lugares están reservados para otros; pues en el mundo de los negocios la competitividad y el liderazgo en los mercados dependen fundamentalmente de la capacidad de innovación de los agentes involucrados. No puede haber sostenibilidad de largo plazo si existe dependencia, en el caso del desarrollo empresarial, de la tecnología que liberan los competidores.

A lo anterior se suman otros factores perturbadores como:

- a. La baja capacidad y conocimiento práctico, en el ámbito empresarial para el costeo, valoración y fijación de precio de activos intangibles relacionados con el conocimiento y la negociación de tecnología.
- b. La escasa eficiencia en el uso de información de activos de propiedad intelectual protegidos o sin proteger. A pesar de la existencia de numerosas patentes, modelos de utilidad y diseños industriales que han caído en el dominio público o que pueden licenciarse, su explotación por parte del sector productivo para mejorar sus productos o desarrollar

nuevos procesos investigativos, es en general baja. Así, por ejemplo, el acceso por parte de los industriales nacionales a la información contenida en el Banco de Patentes de la Superintendencia de Industria y Comercio -el mayor depósito de información tecnológica en el país- es bajo, lo que unido a la ya reseñada disparidad entre el número de patentes otorgadas a residentes frente a las concedidas a no residentes, hace que sean éstos los grandes beneficiarios de la protección de derechos de propiedad intelectual.

6. Baja utilización del conocimiento en la actividad económica y de producción para la exportación

De acuerdo con Schumpeter [1912], la ausencia de innovación y cambio técnico lleva a la economía a un estado estacionario, en cuanto es la actividad empresarial la que introduce *perturbaciones* técnicas periódicas al sistema de producción, las cuales relacionan directamente la tecnología con los ciclos de los negocios y el crecimiento, y fomentan así el desarrollo económico. Según lo anterior, la capacidad innovadora se constituye en factor esencial tanto de la capacidad empresarial como del desarrollo industrial y productivo de una sociedad.

A partir del desarrollo de los aportes schumpeterianos, varias vertientes teóricas contemporáneas especializadas en comercio, crecimiento y especialización³⁵, han avanzado en mostrar que es posible obtener mayores tasas de crecimiento

³⁴ Esta investigación fue realizada en 2005 y en ella se definió a las empresas innovadoras en sentido estricto -o más exactamente, *empresas innovadoras incrementales estrictas*- como las que han realizado innovación en el mercado internacional o en su línea de producción principal, han invertido en proyectos de investigación y desarrollo, en patentes y licencias, software para producción, actividades de biotecnología o programas de diseño industrial, han obtenido algún derecho de propiedad intelectual o

cuentan con un departamento de ingeniería, investigación y desarrollo o calidad, pruebas y ensayos [DNP-DANE-Colciencias,2005]. Cabe señalar que de acuerdo con la I Encuesta de este tipo realizada en 1996, el porcentaje de empresas innovadoras en sentido estricto era en ese entonces del 11,3%.

³⁵ Esto incluye enfoques postkeynesianos, neo-schumpeterianos e incluso algunos neo-clásicos de la literatura y modelos de economía evolutiva (evolutionary economics).

económico, por medio de la presencia de ciertos sectores en la economía, caracterizados por su *alta intensidad tecnológica* y alto potencial de *crecimiento*. Este enfoque parte de reconocer que no todos los sectores tienen el mismo potencial para inducir aumentos de productividad, promover la expansión de otros sectores o beneficiarse de tasas de crecimiento de las demandas interna y externa, o de generar empleos de alta productividad. Dado lo anterior, para que un país alcance mayores tasas de crecimiento es necesario un avance significativo en términos de *cambio estructural*³⁶. Por lo tanto, una manera de observar la magnitud de la evolución dada en una economía, en cuanto a su capacidad de absorber y difundir el cambio técnico, consiste en inspeccionar la forma como han evolucionado los diferentes sectores en la industria de acuerdo con su intensidad tecnológica.

En un reciente estudio, Cimoli *et al.* [2005] inspeccionan las transformaciones sufridas por la estructura productiva de América Latina y el este de Asia, en particular su capacidad de absorber y difundir el cambio tecnológico, y encontraron marcadas diferencias para lo ocurrido en las dos regiones en el periodo 1970-2000. De acuerdo con este estudio, los *Sectores Difusores de Conocimiento*³⁷ (SDC) en la industria manufacturera de Corea, Singapur y Malasia aumentaron su peso en un

promedio del 40% en las últimas décadas. Si bien en América Latina también hubo un incremento en la importancia de los SDC, estas ganancias se deben fundamentalmente a lo ocurrido en dos países. Como se lee en el cuadro 6, mientras que en Argentina, Colombia, Chile, Perú y Uruguay los SDC pierden relevancia dentro de la estructura manufacturera, en Brasil y México aumentan.

Al respecto autores como Nelson y Pack [1999] demuestran que las altas tasas de crecimiento del producto registradas en los países del este de Asia surgieron a partir de una sensible modificación de su estructura productiva, materializada a través de una transferencia de factores productivos hacia aquellos sectores intensivos en conocimiento y con mayor capacidad de difundirlo al conjunto de la economía.

Según la caracterización presentada hasta ahora, y que en parte guarda una particular relación con el punto anterior, no es de sorprender que en el caso de exportaciones con contenido tecnológico, Colombia también se encuentre lejos de los líderes regionales como Costa Rica³⁸, México y Brasil (gráfico 12).

La inversión extranjera tampoco ha sido un factor determinante en el desarrollo de la industria nacional de alta tecnología y los esfuerzos por crear las condiciones para el desarrollo de

³⁶ El *cambio estructural* es un elemento central de la teoría contemporánea del crecimiento económico, si bien no se relaciona únicamente con éste. Consiste en el desarrollo de los cambios necesarios para que un país pase de tener una economía basada en un sector tradicional -agrario- hasta conseguir un sector moderno e industrial. Estas transformaciones incluyen la composición sectorial de la economía en cuanto a producto y empleo y la organización de la industria. De acuerdo con autores Neo-schumpeterianos y Neo-ricardianos como Pérez [1983] y Pasinetti [1981], el cambio estructural en una economía contemporánea no puede ser resultado de otra cosa más que de la innovación tecnológica y del papel de las dinámicas que ésta desata tras la emergencia de sectores productivos modernos intensivos en tecnología. Además de estos autores, dentro de los aportes teóricos más sobresalientes sobre cambio estructural sobresalen los trabajos de autores como Lewis [1954]; Chenery,

H. B., and M. Syrquin [1975] y Mokyr [1990]. En el nivel empírico también se ha encontrado sustento para esta teoría, como los trabajos de Syrquin [1988], Laursen [1998], Doyle, [1997], y Landon-Lane, and Robertson [2003], entre otros.

³⁷ Para la definición de los diferentes sectores que componen la categoría de sectores difusores de conocimiento y los demás considerados en el cuadro 6, ver Cimoli *et al.* [2005:37].

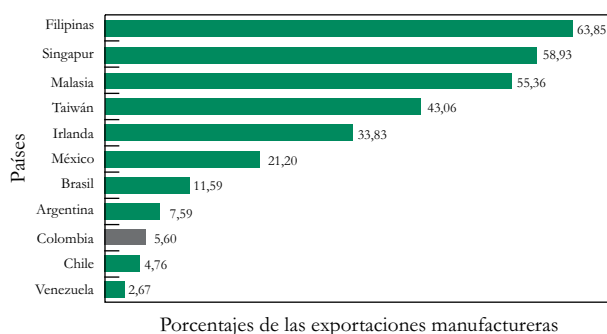
³⁸ Según los datos consignados en el último Reporte de Desarrollo Humano (PNUD), el porcentaje de exportaciones de alta tecnología de Costa Rica -país no incluido en el análisis del Anuario Mundial de Competitividad del IMD-, sobre el total de exportaciones manufactureras fue del 36% en el 2001, el más alto de América Latina. Este porcentaje es determinado por la presencia de la compañía INTEL en Costa Rica, pero también habla de la capacidad de este país para atraer inversión extranjera directa.

Cuadro 6
Estructura industrial, América Latina y países seleccionados, 1970 y 2000

Región y países	Sectores intensivos en					
	Recursos naturales		Mano de obra		Difusión de conocimiento	
	1970	2000	1970	2000	1970	2000
América Latina	50,3	51,0	28,6	20,6	21,1	28,3
Argentina	54,8	69,9	22,6	15,4	22,7	14,7
Brasil	46,0	47,7	32,0	20,8	22,0	31,4
Colombia	51,0	59,7	34,0	27,6	15,0	12,7
Chile	61,7	67,5	21,8	20,5	16,6	12,0
México	50,0	43,7	29,8	21,6	20,2	34,7
Perú	57,5	60,7	31,4	34,0	11,1	5,2
Uruguay	56,7	69,6	32,3	21,1	11,0	9,3

Fuente: Cimoli, Mario; Porcile, Gabriel; Primi, Analiza y Vergara, Sebastián [2005].

Gráfico 12
Exportaciones con contenido tecnológico, 2004



Fuente: Indicadores de Desarrollo Mundial, Banco Mundial. Tomado de: Anuario Mundial de Competitividad [2006]

industrias intensivas en tecnología han sido sumamente limitados.

De todos los países considerados en el cuadro 7, Colombia es junto a Chile, los únicos cuyos principales productos de exportación pertenecen a categorías en las cuales el valor agregado a los bienes finales es escaso³⁹. Esto se explica en cuanto la inserción en el mercado internacional, y en general el modelo de industrialización del país, se ha hecho con base en la explotación de ventajas comparativas como el clima -cultivos de café, plátanos, azúcar y flores- o la explotación de bienes mineros no renovables -petróleo, carbón, ferroniquel, oro-⁴⁰. Con excepción de la refinación de petróleo, el ensamblaje de vehículos es el

³⁹ En el caso de Argentina, la profundización de la especialización agropecuaria que se ha dado en este país, particularmente en la década de 1990, se ha visto favorecida por un importante aumento en la utilización de tecnologías incorporadas. Este proceso incluyó una importante importación de bienes de capital e insumos y el acceso a tecnologías limpias y equipos de última generación, factores que incidieron en un crecimiento

sustancial de los rendimientos por hectárea, y con ello una recuperación importante de la competitividad del sector.

⁴⁰ En los últimos cinco años, los nueve primeros productos de exportación, que concentraron el 57,8% de las exportaciones, proceden esencialmente de los sectores agrícola y minero: petróleo crudo, hullas, derivados del petróleo, café sin tostar, flores, ferroniquel, banano, metales preciosos y azúcar.

Cuadro 7
Principales productos de exportación, según participación en valor total de las exportaciones para países seleccionados de América Latina, 2005

Productos		%	Productos		%	Productos		%
Brasil			Costa Rica			Chile		
1	Mineral de hierro y sus concentrados	6,2	Circuitos integrados	11,5	Metales no ferrosos	29,7		
2	Soya incluso triturada	4,6	Otras partes para circuitos modulares	9,7	Desechos de metal	24,1		
3	Automóviles de pasajeros	3,7	Textiles	7,5	Legumbres y frutas	7,3		
4	Aceites crudos de petróleo	3,5	Banano	6,8	Pescado, crustáceos y moluscos	6,3		
5	Carne de pollo congelada, fresca	2,8	Equipos de infusión y transfusión de sueros	3,4	Productos químicos y productos conexos	5,3		
6	Aviones	2,7	Piña	4,7	Corcho y madera	4,2		
7	Salvado de soya	2,4	Café oro	3,3	Pasta y desperdicios de papel	3,0		
8	Aparatos transmisores o receptores	2,3	Medicamentos	3,3	Bebidas y tabaco	2,3		
9	Café crudo, en grano	2,1	Otras preparaciones alimenticias	2,1	Combustibles, lubricantes minerales y productos conexos	2,1		
10	Partes y piezas para vehículos automóviles y tractores	2,0	Equipos eléctricos para amplificación de sonido	1,6	Maquinaria y equipos de transporte	1,7		
México			Argentina			Colombia		
1	Máquinas y artefactos mecánicos y eléctricos	37,7	Residuos y despojos de la industria alimenticia	10,2	Petróleo crudo	19,0		
2	Vehículos	15,0	Grasas y aceites	8,2	Hullas; briquetas, ovoides y combustibles sólidos similares obtenidos de la hulla	11,5		
3	Combustibles minerales	14,9	Material de transporte	7,2	Productos derivados del petróleo	7,2		
4	Instrumentos ópticos, médico-quirúrgicos y de fotografía	3,6	Carburantes	7,2	Café sin tostar	6,9		
5	Prendas y accesorios	2,1	Cereales	7,0	Flores y capullos,	4,3		
6	Fundición, hierro, acero y sus manufacturas	2,8	Petróleo crudo	6,3	Ferróníquel	3,5		
7	Muebles, artículos de cama y similares.	2,7	Semillas y frutos oleaginosos	6,1	Plátanos (incluso bananas) frescos	2,4		
8	Plástico y sus manufacturas	2,1	Metales comunes y sus manufacturas	5,8	Vehículos automotores de turismo para transporte de personas	2,0		
9	Hortalizas, plantas, raíces y tubérculos	1,5	Productos químicos y conexos	5,8	Azúcar de caña o de remolacha y sacarosa químicamente pura, en estado sólido	1,5		
10	Bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre	1,1	Carnes	4,1	Trajes conjuntos, chaquetas (sacos), salvo los de punto	1,4		

Fuentes: (1) Brasil, Asociación de Comercio Exterior de Brasil; (2) Costa Rica, *Costa Rica: Estadísticas de exportación 2005*. Procomer; (3) Chile, *Indicadores de comercio exterior cuarto trimestre de 2005*. Banco Central de Chile; (4) México, *Informe de Comercio Exterior de México*, diciembre de 2005, Bancomext; (5) Argentina, *Informe Económico Trimestral Nro. 54*. Ministerio de Economía y Producción; (6) Colombia, Cálculos DNP - DDE con base en datos DANE.

único producto intensivo en tecnología presente en los principales productos de exportación⁴¹.

De hecho, las exportaciones de productos agropecuarios se concentran en unos pocos productos: flores, plátanos -incluidos bananos- y azúcar representaron un 57% del total de las exportaciones agrícolas⁴² sin café en los últimos cinco años. Por tanto, la producción agropecuaria no ha mostrado una dinámica de diversificación, situación que aleja al país del aprovechamiento de las nuevas oportunidades ofrecidas por el mercado mundial. Con esto se ha mantenido una oferta agrícola de consumo eminentemente interno, pues además la expansión de las exportaciones de camarón y de aceite de palma durante los años ochenta, no se ha podido consolidar otro tipo de oferta exportable de importancia significativa en este campo [DNP, 2006b].

7. Baja interrelación universidad - empresa

El análisis de experiencias exitosas en el ámbito internacional enfatiza que la contribución de la educación superior al desarrollo no está fundamentalmente dada por la cantidad de estudiantes, o por la cantidad de instrucción recibida sino, en gran medida, por la efectividad con que este aprendizaje se ha vinculado al proceso de mejoramiento de la tecnología disponible en las empresas.

Para el caso de Estados Unidos, ya desde el periodo comprendido entre la I y II Guerra Mundial, la coordinación universidad-empresa estaba avanzada a un grado de refinamiento tal que los currículos de las instituciones educativas llegaron a estar estrechamente adaptados a los requerimientos de las

posiciones que los graduados asumirían y viceversa (Nelson y Wright [1992]). Hoy en día los vínculos creados entre empresas y universidades de países avanzados son un foco de nuevas investigaciones en temas que incluyen los más diversos campos; actualmente son famosas las relaciones entre empresas como *Cisco Systems* y el Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT; *IBM* y la Universidad de Oxford; *Pfizer* y las Universidades de Nueva York y Michigan. También en Europa Continental empresas multinacionales tienen famosos acuerdos con prestigiosas instituciones académicas como la Universidad Louis-Pasteur de Estrasburgo y *Sanofi-Aventis*; la Universidad Tecnológica de Munich y *Siemens*; La Universidad de Groninga y *Philips*; la Universidad de Helsinki y *Nokia*, entre otros, por citar algunos ejemplos.

A diferencia de Estados Unidos y Europa, en Colombia el grado de colaboración entre centros de investigación empresariales y las universidades es bajo. Se han adelantado proyectos que de manera aislada han involucrado a algunos de los principales centros educativos del país con empresas también reconocidas, en ciudades como Bogotá, Barranquilla, Medellín y Cali. Un caso recientemente publicitado en la prensa nacional es el del proyecto de asociación de la empresa colombiana *Sofasa* con la Universidad de Antioquia para la aplicación de un proceso anticorrosivo a la carrocería de vehículos. La solución aportada por este centro educativo, al cumplir con los requisitos exigidos por la casa matriz, representa un claro ejemplo de la capacidad de la ingeniería nacional para brindar soluciones prácticas a costos mucho menores que los disponibles en el mercado internacional⁴³.

⁴¹ Cabe anotar que el valor agregado nacional de estos productos en Colombia es bajo, teniendo en cuenta que en el país se hacen básicamente actividades de *montaje* de material importado (CKD). En los casos de México, Argentina y Brasil, el valor agregado es resultado mayoritario de actividad nacional.

⁴² Productos agrícolas según el Acuerdo sobre Agricultura de la OMC, más pescado y productos de pescado.

⁴³ Ver El Tiempo, 2005b.

Pese a estos casos y a la evidencia reciente de mayores acercamientos, en general, prevalece en las relaciones universidad - empresa una actitud distante y ambivalente. Un factor que influye fuertemente en esta relación es que en pocas universidades funcionan satisfactoriamente los incentivos económicos y académicos para que los docentes e investigadores adelanten proyectos con empresas, aunque empieza a vislumbrarse un interés por parte de algunas instituciones por revisar estos esquemas.

8. Necesidad de una mayor apropiación y promoción de la investigación y desarrollo tecnológico en diferentes sectores y temas de relevancia para el desarrollo del país

La comunidad científica, académica, empresarial y estatal colombiana ha venido creciendo en forma significativa en los últimos años. El país logró que la capacidad de generar y adaptar el conocimiento entrara en una fase ascendente. Pero, a pesar de esta dinámica que ha mejorado algunos indicadores de CyT relevantes, Colombia sigue rezagada frente a otros países. Se requiere de una visión sistémica que introduzca una mayor coherencia e integralidad en las capacidades científicas y tecnológicas nacionales y que fortalezca la relación directa entre estas importantes investigaciones y la prevención y solución de los problemas que afectan al país. No se está aplicando todo el potencial de conocimiento nacional e internacional para aprovechar las ventajas comparativas y competitivas de Colombia.

En el país está surgiendo un debate público acerca de la necesidad de introducir prioridades en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación, el cual requiere un trabajo riguroso y de consenso con los diferentes agentes de la sociedad. Estas prioridades deben referirse por lo menos a cuatro aspectos fundamentales: (a) las áreas del

conocimiento planteadas por la Nueva Ciencia y por la Tercera Revolución Industrial (tecnologías de la información y la comunicación, biotecnología, nanotecnología, nuevos materiales, modelística computacional, ciencias cognitivas, y otras); (b) las prioridades para aprovechar las potencialidades del país; (c) las áreas que pueden contribuir a resolver los problemas característicos de la sociedad colombiana; y (d) la investigación científica y tecnológica orientada a incrementar la capacidad competitiva del país.

A manera de ilustración, podrían mencionarse preliminarmente algunos temas de gran interés, entre los cuales se destacan los siguientes:

a) Aprovechar sosteniblemente el potencial de la biodiversidad⁴⁴

Colombia es un país con una dotación natural excepcional, de enorme riqueza y diversidad, condición que debe estar al servicio de la construcción de estrategias de desarrollo sostenible. En este sentido, los recursos naturales del país han sido generalmente utilizados y explotados para generar crecimiento económico y bienestar social. Sin embargo, a lo largo de este proceso de desarrollo se han generado problemas de deterioro ambiental que en muchos casos afectan de manera negativa del bienestar social y hacen mella al desarrollo futuro del país asociado a la explotación de su potencial biológico.

El conocimiento de la biodiversidad es un tema muy importante y complejo. Abarca desde la variabilidad genética en una especie, hasta las relaciones establecidas entre la biodiversidad y los seres humanos, incluidas las diferentes formas de vida y su organización en el territorio.

⁴⁴ Esta sección basa su contenido en el documento especializado "Aprovechar sosteniblemente el potencial de la biodiversidad" preparado por el DNP como parte de las publicaciones especializadas editadas como parte del Proyecto *Visión Colombia II Centenario: 2019* [DNP, 2006c].

El desconocimiento de la biodiversidad o *impedimento taxonómico*⁴⁵ es uno de los principales obstáculos para su conservación y utilización sostenible.

El potencial genético de la biodiversidad sólo puede ser efectivamente aprovechado si hay un adecuado conocimiento de la biodiversidad a escala genética. Para esto es necesario que el país fortalezca instrumentos como inventarios, colecciones y la descripción genética de los seres vivos y que, sumado a ello, se fortalezcan los mecanismos institucionales para que lo conocido como investigación en *ciencia básica e investigación aplicada* puedan retroalimentarse.

Adicionalmente, existe un desconocimiento muy grande sobre la biodiversidad presente en cuatro de las cinco regiones naturales del país; este vacío es evidente en especial en la Amazonía y el Pacífico, dos de las regiones biogeográficas más importantes del planeta por los procesos evolutivos que en ellas se han dado y porque aún concentran importantes zonas con baja presión demográfica.

En cuanto al conocimiento de los componentes de la biodiversidad, el estudio genético tiene hoy en día dos campos principales de acción fuertemente vinculados. Por un lado, está aquel que tiene como objetivo el conocimiento de la biodiversidad en cuanto a su dimensión genética y que corresponde al ámbito de las ciencias básicas y, por otro, está el estudio con el objeto de conocer el uso que se puede obtener de las características genéticas de las especies.

Además de la investigación científica, un enfoque alternativo para el entendimiento y aprovechamiento del potencial biológico proviene del Conocimiento Tradicional (CT). Los conocimientos y prácticas tradicionales asociados al uso de la biodiversidad, tienen que ver con el conocimiento, las innovaciones y las prácticas de comunidades indígenas y locales asociadas a dicho uso. El CT incrementa el conocimiento de la biodiversidad y se convierte en un insumo tanto para actividades de conservación como de aprovechamiento. Adicional al valor intrínseco en el desarrollo y el conocimiento de la humanidad -poco reconocido-, el CT ha generado un inmenso y creciente interés por su uso, debido principalmente a su potencial comercial⁴⁶.

La amplitud del campo en el cual se inscribe el CT pone de relieve la importancia de su preservación y adecuada protección. Las discusiones sobre la protección del CT tienen implicaciones directas en áreas estratégicas de la economía y la política como: el uso sostenible y el manejo de la biodiversidad, la seguridad alimentaria, el comercio internacional, los recursos genéticos, la responsabilidad y la ética empresarial, los derechos humanos, la investigación científica y la distribución de la riqueza, entre otras [Espinosa, 2006].⁴⁷

Resulta, entonces, imperioso contribuir al aprovechamiento sostenible del potencial de la biodiversidad, a partir de la generación de una base de conocimiento fuerte y de propiciar las condiciones para la conservación de los recursos asociados a ella.

⁴⁵ El impedimento taxonómico se refiere al déficit de conocimientos acerca del número, distribución, biología y genética de las especies existentes, y de la restricción que ello implica en relación con las posibles acciones de conservación y uso racional de todos los componentes de la diversidad biológica. Por su parte, la Iniciativa Taxonómica Global (*Global Taxonomy Initiative -GTI-*), ha sido promovida por el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) con la intención de superar el impedimento taxonómico y sus consecuencias.

⁴⁶ Al respecto cabe mencionar, por ejemplo, el caso del Herbario Amazónico Colombiano donde, de acuerdo con el Plan Estratégico de Mercados Verdes, hay 2.000 ejemplares con algún uso registrado: 917 medicinales, 556 alimenticias, 7 psicotrópicas, 27 mágicoculturales, 184 para construcción, 556 para aserrío y 27 para forraje.

⁴⁷ Espinosa M. F. [2006]. Los Conocimientos Tradicionales en el Ámbito Internacional de la Conservación de la Biodiversidad, en: *Las mujeres indígenas en los escenarios de la biodiversidad*. Escobar E.M. et al. Editoras. Fundación Natura, UICN y CAN. Bogotá.

b) El desarrollo científico y tecnológico para el desarrollo del agro colombiano⁴⁸

Tal como lo demuestra la experiencia de las grandes potencias agrícolas mundiales⁴⁹, el desarrollo científico y tecnológico ha liderado la revolución productiva del agro en el mundo. Para que este potencial se haga efectivo en el campo colombiano, es necesario que el país avance sustancialmente en dos frentes: (a) la absorción de tecnologías de punta; y (b) la consolidación de capacidades internas para ofrecer al campo las soluciones tecnológicas que éste requiere para su modernización.

Con todo y sus problemas, existe en el país una capacidad apreciable de investigación y desarrollo en relación con los recursos y problemáticas del campo, la cual se ha venido consolidando en las últimas décadas. Como resultado de esto, hoy Colombia cuenta con unidades de investigación en las cuales las organizaciones de productores -gremios- juegan un papel importante en el desarrollo de investigaciones aplicadas a sus productos.

Sin embargo, dificultades derivadas de la debilidad y la desarticulación institucional han impedido un avance satisfactorio. Existen serias limitaciones operativas en los servicios de extensión, así como falta de agendas de investigación coherentes y balanceadas que respondan a las prioridades estratégicas nacionales, a las necesidades regionales y a las demandas privadas. Tampoco se ha impulsado ampliamente una estrategia de investigación participativa, que subsanaría tanto la falta de correspondencia entre la investigación adelantada y las demandas de los clientes, como la débil respuesta privada para realizar innovaciones tecnológicas.

La superación del retraso tecnológico del campo colombiano requiere de acciones audaces para impulsar una aplicación sustancial de conocimiento en el estudio de la realidad agropecuaria y su problemática. Un campo específico de acción en este sentido es el que tiene que ver con el estudio y conservación de los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (RGAA). El aprovechamiento de los RGAA es un campo bastante promisorio en Colombia, pese a que no ha contado con un esfuerzo suficientemente amplio y coordinado.

Igualmente, la transferencia efectiva de tecnología, especialmente para los pequeños productores, enfrenta serias deficiencias. En términos de la adopción de nuevas técnicas, hay problemas de calidad y eficacia, derivados de un modelo institucional en el que los resultados de la investigación y desarrollo no son ampliamente apropiados por los productores [IICA, 2003]. Esto se evidencia, entre otros aspectos, en que sólo la mitad de las 800 Unidades Municipales de Asistencia Técnica (UMATA), -cuyo propósito original era brindar la posibilidad a los pequeños productores de elegir sus agentes extensionistas-, han funcionado satisfactoriamente [Banco Mundial, 2003].

Salvo algunas excepciones como la caña de azúcar, el banano y el arroz, en general es bajo el desarrollo tecnológico aplicado a la explotación del campo. Este factor se manifiesta en la baja productividad observada en la gran mayoría de especies cultivadas. Este es el caso del maíz, la palma de aceite, las hortalizas, el trigo, el sorgo y la soya, en los cuales los rendimientos por hectárea son significativamente inferiores frente a los líderes mundiales y, en algunos casos, frente a países de América Latina.

⁴⁸ Esta sección basa su contenido en el documento *Aprovechar las potencialidades del campo* el cual hace parte de la serie de documentos estratégicos de la propuesta *Visión Colombia II Centenario: 2019* [DNP, 2006b].

⁴⁹ Entre las cuales se destacan Estados Unidos, La Unión Europea, Canadá y Australia.

De acuerdo con lo anterior, el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías, junto con la riqueza en términos de biodiversidad, constituye una oportunidad para el mejoramiento de ventajas competitivas del agro nacional. El trabajo en estos frentes ha sido hasta ahora muy limitado y no se ha estado orientado a sacar provecho de las potencialidades y las ventajas comparativas del campo colombiano. Es necesario, entonces, promover la adopción de tecnologías en los sistemas productivos, fomentar la producción comercial de insumos y de nuevas tecnologías y contar con un sistema de investigación consolidado que responda a las necesidades del sector agropecuario.

Además de estímulos específicos para la investigación en temáticas relevantes, los principales retos en materia de CyT agropecuaria se refieren al mejoramiento de la capacidad de la institucionalidad de investigación y desarrollo sectorial (Corpoica, CCI, CONIF, Cenis, entre otras). De la misma forma, es fundamental el logro de una mayor coordinación y articulación de los recursos públicos y privados, incluidos los fondos parafiscales, así como el fortalecimiento, la vinculación y las alianzas estratégicas del sistema con las redes especializadas internacionales.

c) Los mares y sus recursos ⁵⁰

Colombia es el único país de América del Sur que tiene costas sobre los dos océanos, el Pacífico y el Atlántico, a través del Mar Caribe, con una extensión total aproximada de 2.900 km y una zona económica exclusiva marina equivalente a 928.660 Km². En este territorio están presentes todos los tipos posibles de ecosistemas marinos tropicales cuya importancia es indiscutible, tanto en términos de su potencial productivo, como de su papel clave en el funcionamiento y balance adecuados de las cuencas del Caribe y del Pacífico, y de los océanos en general.

Actualmente las zonas costeras y marinas del país enfrentan problemas múltiples, ocasionados

tanto por el desordenado e insostenible desarrollo urbano, turístico, industrial y pesquero, como por el cambio climático global. Lo anterior ha dado origen a situaciones de grave degradación de los ecosistemas y sus recursos, así como también de los bienes y servicios que ofrecen.

En cuanto a los esfuerzos de investigación adelantados por el país en este campo, se destaca la investigación aplicada en Ciencias del Mar, como la oceanografía, la meteorología y la interacción océano-atmósfera. En este marco, diferentes grupos de investigación han venido consolidando sistemas de captura y análisis de datos que permiten ofrecer información relevante a diversos sectores productivos del país.

Dentro de los temas específicos abordados por los grupos de investigación en ciencia y tecnología del mar, el principal de ellos es el relacionado con la pesca y la acuicultura. La articulación entre centros de investigación y el sector productivo aún es incipiente, por lo cual se requiere avanzar hacia su mayor integración, como requisito indispensable para promover un desarrollo sostenible de las actividades asociadas a los espacios marítimos, costeros e insulares del país.

De igual manera, es necesario fortalecer las capacidades y los desarrollos tecnológicos e innovadores para adelantar entre otras actividades, las siguientes: (a) la transformación productiva de los principales sectores marítimos (pesca, acuicultura, transporte marítimo, productos turísticos, sistemas de información); (b) mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las zonas costeras (salud, educación, comunicaciones, servicios públicos); (c) desarrollo sostenible (gestión ambiental), energías alternativas,

⁵⁰ Parte del contenido de esta sección se apoya en el documento especializado sobre el tema de mares preparado por el DNP y que hace parte de las publicaciones especializadas del Proyecto *Visión Colombia II Centenario: 2019*. [DNP, 2006a].

explotación sostenible de recursos mineros; y (d) reconocimiento y caracterización del patrimonio tanto biológico como económico marino.

d) La gestión del riesgo de desastres

Colombia presenta características que hacen a su territorio particularmente propenso a la ocurrencia de eventos naturales amenazantes. De acuerdo con las condiciones de vulnerabilidad, esta situación puede dar lugar a la ocurrencia de catástrofes asociadas a: (a) *condiciones naturales* asociadas a las peculiaridades de su topografía, hidrografía y ubicación entre otros; y (b) condiciones creadas por el hombre, generadas por patrones de poblamiento y la acción humana sobre el entorno⁵¹.

Lo anterior pone de relieve la importancia de fortalecer la *gestión del riesgo*⁵² en el país, que permita adelantar acciones para mitigar los riesgos existentes, así como propiciar la prevención de nuevas vulnerabilidades que puedan terminar en situación de desastre. En todo esto, la investigación científica y la utilización de desarrollos tecnológicos tienen un amplio campo de acción. El conocimiento de las amenazas y las vulnerabilidades, los sistemas

de detección y alerta de instituciones como el Ingeominas, el Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y las investigaciones adelantadas y promovidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el DNP y Colciencias entre otras entidades, son un factor fundamental para aumentar la capacidad de prevenir cataclismos y minimizar la pérdida de vidas humanas.

De acuerdo con las recomendaciones del Documento Conpes 3146 de diciembre de 2001 [DNP, 2001], el DNP junto con otras entidades⁵³ formuló la *Estrategia de Fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la educación para la reducción de riesgos y atención de desastres*⁵⁴. Pese a estos esfuerzos, la integración de los cuatro sistemas relevantes identificados alrededor de la gestión del riesgo -SNPAD, SNCyT, el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y el sistema educativo nacional-, aún no es una realidad. En este sentido, persiste la necesidad de identificar áreas estratégicas para un trabajo en conjunto, tendiente a motivar la efectiva articulación de los sistemas. De igual manera, se requiere aumentar la coordinación en y entre los diferentes niveles de Gobierno -nacional, regional y local- [DNP, 2005b;7].

⁵¹ A lo largo de la historia, el país ha sufrido diversos eventos de importancia como son: (a) movimientos telúricos como el terremoto de Cúcuta (1875), el terremoto y maremoto de Tumaco (1906), los terremotos del Antiguo Caldas (1979), Popayán (1983), y el Eje Cafetero (enero 1999), y el maremoto que afectó a Tumaco y El Charco (1979); (b) aludes de tierra y avalanchas como la catástrofe de Armero (noviembre de 1983) y del Atrato Medio (1992), las avalanchas de los ríos San Carlos (1990), Turriquitadó, Tapartó y Dabeiba (1993) y el Fraile en Florida, Valle, (1994); (c) erupciones de varios volcanes como el Galeras, el Nevado del Ruiz (1985) y el Doña Juana; (d) movimientos en masa como los de Quebradablanca (1974), del Guavio (1983) y de Villatina en Medellín (1987); (e) huracanes y tormentas como el Huracán Joan (1988) y la Tormenta Bret (1993) que afectaron la Costa Atlántica; a lo cual se suman las inundaciones que ocurren periódicamente en las zonas bajas del país.

⁵² La gestión del riesgo se entiende como todas las acciones conducentes a minimizar la ocurrencia de los desastres y/o su impacto,

al igual que la recuperación y rehabilitación *post evento*. Es, por tanto, un proceso social cuyo fin último es la reducción o previsión y control permanente del riesgo de desastres en la sociedad, integrado al logro de metas de desarrollo sostenible, es decir desarrollo humano, económico y ambiental. (PNUD).

⁵³ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Ministerio de Educación Nacional (MEN), Ministerio del Interior y de Justicia (MIJ), Dirección de Prevención y Atención de Desastres (DPAD), Colciencias, Ingeominas, IDEAM y el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (FOPAE), entre otras.

⁵⁴ Los componentes de la *Estrategia* son tres: (a) investigación sobre amenazas y riesgos; (b) formación académica e incorporación de la temática en la educación; y, (c) apropiación y diseminación del conocimiento sobre riesgos desde y hacia las regiones. Estos a su vez cuentan con 11 líneas de acción y 25 actividades propuestas a ser desarrolladas. A su vez, en este documento el Gobierno Nacional plantea la necesidad de avanzar en el fortalecimiento y articulación del SNPAD, el SNCyT y el SINA.

Existe, a su vez, la necesidad de avanzar en el fortalecimiento de la investigación adelantada en el país sobre de la gestión del riesgo y la conformación de una red temática que fortalezca el trabajo interdisciplinario de investigadores y grupos de investigación. Tal como lo documenta el DNP [2005a], la actividad de los 70 grupos de investigación en prevención y atención de desastres identificados en el país no cubre dos de los eventos de mayor recurrencia: vendavales y deslizamientos. Así, para el periodo 1986 y 2004 los vendavales no fueron objeto de estudio, y los deslizamientos sólo contaron con una investigación. De un total de 251 proyectos de investigación⁵⁵, otros eventos como sismos representaron el 22% de las investigaciones, volcanes el 3%, el 2% tsunamis, y el 1% incendios.

e) Defensa y Seguridad Nacional

La seguridad nacional está orientada fundamentalmente a preservar y garantizar el ambiente propicio para el bienestar de la sociedad. Al ser el bienestar general y la seguridad nacional fines esenciales para alcanzar por parte del Estado, éstos se valen del desarrollo y la defensa nacional, respectivamente, para su consecución. La defensa nacional, como instrumento para alcanzar la seguridad nacional, es el conjunto de recursos que el Estado, a través del Gobierno, puede utilizar para prevenir, neutralizar o eliminar las amenazas que pongan en riesgo la soberanía, la independencia y la integridad nacional.

El desarrollo de proyectos asociados a la seguridad puede ser una oportunidad para el desarrollo de capacidades tecnológicas cuya aplicación va más allá del campo militar o de seguridad propiamente dicha. Así lo demuestra el caso de Brasil, país que, ha desarrollado el sector aeronáutico con empresas de categoría mundial como Embraer.

Otro caso relevante es el de Israel, país que ha logrado consolidar una canasta exportadora

donde un tercio de sus productos son de alta tecnología, entre los cuales se encuentran equipos de oficina y computadores, componentes electrónicos, aeronáutica, equipos de telecomunicaciones y para control médico, industrial y farmacéutico.

Pese a sus limitaciones, Colombia avanza en el desarrollo de tecnologías que le permitan preservar la seguridad de su territorio. Tal es el caso de la sexta nave nodriza construida por la Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la Industria Naval, Marítima y fluvial de Colombia -COTECMAR- para la Armada Nacional. Este proyecto, permitirá apoyar operativos de asalto, vigilancia, interdicción y seguridad en los ríos del oriente del país. Con un costo cercano a los \$16.000 millones, el país obtuvo un cuantioso ahorro, ya que su costo de adquisición en el mercado internacional hubiera ascendido a \$70.000 millones. Este emprendimiento habría sido imposible sin el desarrollo de capacidades tecnológicas endógenas. Lo anterior pone de relieve la importancia de articular esfuerzos de investigación y canalizarlos hacia la solución de problemas asociados con la seguridad y defensa nacional.

f) Nanociencia y Nanotecnología⁵⁶

Los cambios que veremos en los próximos años como consecuencia de innovaciones basadas en las nanotecnologías, tendrán efectos muy superiores a la aparición del chip y afectan áreas tan diversas como electrónica, la computación, la salud, la exploración espacial, el clima, la biotecnología y a la agricultura, por citar solo algunas.

⁵⁵ De acuerdo con la información disponible en la plataforma *ScienTI, GrupLAC y CvLAC*.

⁵⁶ El prefijo nano, que en griego significa pequeño, se usa en el mundo científico para expresar la mil millonésima parte de una magnitud. La nanotecnología se apoya en las nanociencias que buscan el conocimiento y comprensión de los fenómenos que ocurren a esas escalas de tamaño y les proporcionan la base conceptual para su aplicación.

La nanotecnología facilita alcanzar desarrollos tecnológicos encaminados a la obtención de nuevos materiales estratégicos para el progreso del país. Por ejemplo, esto es fundamental para innovar en el proceso de elaboración de plásticos; así como en el comportamiento de materiales compuestos de matriz polimérica que ofrezcan una mejor combinación de propiedades mecánicas y en materiales de construcción.

g) Desarrollo Productivo

Los países en transición hacia una economía basada en el conocimiento han creado políticas enfocadas al desarrollo manufacturero y de servicios que han implicado una profunda transformación de sus aparatos productivos. Dichas políticas evidencian una decisión de incorporar conocimiento a la producción tradicional y a nuevos sectores de media y alta tecnología, dirigidos hacia los mercados nacionales e internacionales. Esto significa en la práctica la consolidación de círculos virtuosos de desarrollo, los cuales comprenden varios factores que se interrelacionan e integran en forma sistémica: (a) un sistema de Propiedad Intelectual adecuado y operativo, (b) la existencia de fondos públicos y privados de promoción, (c) la existencia de capital humano de alto nivel, (d) el estímulo al aumento de actividades de ID y de innovación -pública y privada-; y (e) la existencia de innovaciones, lo cual a su vez estimula el patentamiento local y extranjero, y el aumento de los stocks de capital de conocimiento que son determinantes importantes de la productividad total de los factores.

El comercio internacional y la inversión extranjera directa son canales de transferencia de tecnología cuando: (a) se cuenta con un umbral de formación de personal con capacidad de absorción, adaptación e innovación; (b) se posibilita la transferencia de tecnología al existir capacidad en las empresas locales para imitar, adaptar

y generar tecnología; y (c) se establecen medidas de política pública para su apropiación.

Para dinamizar el avance tecnológico -dadas las evidentes fallas de mercado- las políticas públicas desde el gobierno, se deben enfocar a la aplicación de recursos públicos para inducir la inversión privada ya que ésta se convierte en un factor fundamental para asegurar capacidades científicas tecnológicas avanzadas. Estas políticas públicas, deben fortalecer los regímenes de propiedad intelectual, incrementar los fondos públicos -a través de incentivos fiscales y financieros-, para asegurar inversiones privadas significativas y la continuación y eventual expansión del apoyo gubernamental a la investigación básica⁵⁷.

b) Recursos Energéticos

Las perspectivas mundiales señalan claramente la necesidad de aumentar la capacidad nacional de producción de petróleo pero también la disminución de la dependencia respecto a los hidrocarburos. El país requiere explorar energías alternativas como los biocombustibles y en especial el etanol, y de este modo dinamizar el desarrollo de algunas regiones que pueden beneficiarse gracias a la producción de biomasa en gran escala.

Para lograr un aumento sustantivo de los recursos energéticos es necesario generar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en temas fundamentales tales como: incertidumbre exploratoria y reducción del riesgo, evaluación del potencial en áreas sumergidas, tecnologías de conversión de gas natural, integración regional, carbón, producción de combustibles líquidos y gaseosos, usos no energéticos (carbón activado, coque, carboquímica), sector eléctrico, generación

⁵⁷ Ver: Colciencias (2005) Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica, Proyección a una década, *Dirección General, Subdirección de Programas de Innovación y Desarrollo Empresarial*, Bogotá, D.C., febrero 20.

distribuida, sistemas de control y reducción de pérdidas, mercado y regulación, calidad del servicio, interconexiones internacionales, entre otros.

i) Desarrollo humano, gobernabilidad y derechos humanos

Colombia ha reconocido la importancia de lograr los objetivos propuestos por la Cumbre del Milenio en el año 2000, los cuales implican el compromiso de reducir a la mitad la pobreza extrema y el hambre, lograr la enseñanza primaria universal, promover la igualdad entre los sexos, reducir la mortalidad infantil y la mortalidad materna, detener la propagación del VIH/SIDA y el paludismo, garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y fomentar una asociación mundial para el desarrollo, con metas específicas para la asistencia, el comercio y el alivio de la carga de la deuda.

El desarrollo humano representa una preocupación genuina por el bienestar y el fortalecimiento de las capacidades de las personas. La educación, la salud, el empleo digno y la seguridad social son fundamentos del desarrollo humano y requieren de la aplicación del conocimiento para garantizar un mejor estándar de vida de los ciudadanos. El desarrollo humano es un componente fundamental que amplía el horizonte y el sentido de vida de la población.

De otro lado, es importante incrementar el fomento a innovaciones sociales que mejoren el desarrollo local y regional y el apoyo de iniciativas para el fortalecimiento de la sociedad civil con base en el conocimiento. También es necesario generar espacios de interlocución y socialización del conocimiento en gobernabilidad y Derechos Humanos con tomadores de decisiones, educadores, gestores sociales, empresarios, etc.

A partir de este diagnóstico, sintetizado en los ocho puntos anteriores, puede decirse entonces que tras una larga y vacilante etapa inicial, mediante la política coherente y de largo alcance se logró que la capacidad de generar y adaptar el conocimiento en el país entrara en su fase ascendente, como lo muestran algunos indicadores relevantes de CyT. No obstante pese a esta dinámica, Colombia sigue rezagada frente a otros países, en términos de la orientación de su esfuerzo al desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas. Ese desarrollo escaso en este campo hace que en la actividad económica nacional la tecnología diste de ser un factor usado con relativa intensidad en la agregación de valor y generación de oferta exportable. Ello a su vez determina que su contribución efectiva a la generación de empleo, ingresos y bienestar para la población sea muy limitada.

VISIÓN ESTRATÉGICA Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

En 2019 Colombia tendrá un desarrollo humano, social y económico cimentado en la producción, difusión y uso del conocimiento, que será un elemento fundamental para la productividad y la competitividad internacional y la prevención y solución de problemas nacionales y regionales.

El crecimiento económico, el desarrollo humano y el bienestar social se sustentan en la capacidad de las naciones para generar, usar y adaptar el conocimiento. En el mundo actual, los países han comprendido que el desafío consiste en lograr una mayor agregación de valor y conocimiento en procesos de producción y, para ello, la ciencia, la tecnología y la innovación son indispensables.

Al margen de su enorme potencial para contribuir a la transformación productiva de las sociedades, el conocimiento derivado de actividades científicas y tecnológicas permite disponer de instrumentos idóneos para abordar problemas que van más allá de lo meramente económico y para abarcar también otros ámbitos como el social y el cultural. En lo social, la ciencia y la tecnología pueden emplearse para enfrentar problemas en áreas tales como la salud, la pobreza, la equidad y la sostenibilidad ambiental; así como para generar

contribuciones para la solución de conflictos. Esto sin contar con su potencial para la generación de empleos más productivos que eleven los niveles de ingresos y permitan que una creciente proporción de la población mejore su nivel de vida. Por su parte, en lo cultural, la educación científica y tecnológica puede contribuir a la formación de ciudadanos libres, críticos, deliberantes, creativos y emprendedores.

La visión aquí planteada, y las estrategias para alcanzar las metas propuestas, se encuentran fundamentadas en cuatro principios básicos de acción:

1. La ciencia, la tecnología y la innovación contribuyen sustancialmente a incrementar los estándares de vida de la sociedad y a generar riqueza y progreso económico sostenido

El crecimiento económico sustentado en la exportación de materias primas sin la incorporación

de valor no ha sido la vía para salir del atraso y la dependencia. La experiencia de los países que han logrado avances importantes en dicho frente ha puesto en evidencia la importancia de hacer una profunda transformación de sus aparatos productivos, y así asegurar procesos sostenidos de innovación tecnológica. En esos países la política pública se ha caracterizado por una firme decisión de incorporar el conocimiento a la producción tradicional -y a nuevos sectores de media y alta tecnología- dirigidos hacia los mercados nacionales e internacionales. Lo anterior ha permitido consolidar círculos virtuosos de desarrollo, en los cuales la modernización tecnológica tiene impactos positivos sobre la productividad y la competitividad, lo que contribuye, a su vez, a la dinámica del desarrollo y del empleo.

De igual forma, la ciencia y la tecnología cuentan con un importante potencial para contribuir al desarrollo de políticas sociales y, en general, a los procesos de toma de decisiones en todos los niveles tanto en el sector público como en el privado.

2. La creación y consolidación de capacidades humanas es un factor esencial para construir una sociedad y una economía del conocimiento.

La creación y consolidación del capital humano y el desarrollo de la tecnología son, hoy por hoy, el factor más importante en el desarrollo de las economías. Las diferencias en la posibilidad de generar riqueza entre los países ya no se explican por los recursos naturales y su abundancia, sino por la acumulación de capital humano y social intangible, capaz de dinamizar su potencial innovador.

Este capital intangible está constituido, entre otros rubros, por inversiones en formación, capacitación, instrucción, actividades de I+D, información y coordinación; es decir, por inversiones consagradas a la producción, la conservación y la transmisión del conocimiento. También, y de manera importante, por inversiones que popularicen y

difundan el conocimiento y su apropiación social por grupos cada vez mayores y, en general, por todas las inversiones dedicadas a la creación y circulación del conocimiento.

3. En la política de promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación, deben participar activa y coordinadamente los generadores, mediadores y usuarios de conocimiento.

La sociedad del conocimiento es aquella en la cual cada individuo y cada organización construyen su propia capacidad de acción, a través de procesos sistemáticos de adquisición y desarrollo de conocimiento. Esto, a su vez, permite a los actores organizarse de tal forma que puedan contribuir a procesos de aprendizaje social.

Para avanzar hacia este modelo de sociedad, además de canales de comunicación eficientes, es necesaria la voluntad de los actores involucrados en los procesos de generación, comprensión, validación y uso del conocimiento. Sin ellos no es posible lograr la apropiación social de dicho conocimiento. Con esto adquiere relevancia el hecho de que el desarrollo de capacidades nacionales en ciencia y tecnología no es una tarea exclusiva de investigadores e ingenieros en laboratorios científicos, sino también una responsabilidad en la que todos los miembros de la sociedad tienen parte⁵⁸.

4. La promoción de actividades científicas y tecnológicas por parte del Estado se debe orientar a la comprensión, prevención y solución de problemas nacionales y a dinamizar el desarrollo de las regiones.

La sociedad colombiana enfrenta complejos retos en los ámbitos económico, social, político y cultural, que exigen el desarrollo y fomento de capacidades

⁵⁸ La mención específica de las actividades de generación, mediación y uso del conocimiento científico-tecnológico no implica asumir que quienes las realizan son entes separados, o que la interacción entre estas actividades tiene lugar como un proceso lineal unidireccional.

y condiciones para que sus integrantes puedan afrontar las nuevas situaciones. Para esto es necesario que la generación de conocimiento científico y tecnológico atienda las necesidades y problemas actuales, teniendo en cuenta las potencialidades -recursos naturales y culturales- y vocaciones de nuestras regiones.

Fin y propósito

A partir de la perspectiva histórica de dónde venimos y dónde estamos, y de los conceptos, fundamentos, visión y principios rectores, se ha definido en este ejercicio un *fin u objetivo* de desarrollo que pretende ayudar a establecer un contexto y describe el impacto a largo plazo al cual se espera contribuir. De igual forma se define un *propósito* o efecto directo, es decir, el cambio que fomentarán las acciones planteadas en esta cartilla. El *propósito* que se plantea representa el resultado de lograr las metas planteadas.

El fin: contribuir a la transformación productiva y social hacia una sociedad y una economía de conocimiento

Hoy en día es evidente que los gobiernos son actores cada vez más activos en el desarrollo de estrategias de competitividad. Los países líderes han adoptado un patrón de especialización basado en productos de alta y media tecnología, así como en la agregación de valor a los recursos naturales, lo cual ha permitido a estas economías obtener un crecimiento elevado del PIB y una mayor capacidad para generar ingresos.

De otra parte, los países seguidores de los líderes están promoviendo una transición de su economía, basados en la producción de bienes de capital, activos que incorporan tecnología y requieren buenos niveles de formación de sus trabajadores y directivos. En contraste, los países cuyas economías siguen basadas en los recursos naturales, sin agregarles valor, han afrontado bajos ritmos de

crecimiento supeditados al comportamiento de los bajos precios de los *commodities*, han diversificado muy poco su canasta de exportaciones y no han hecho avances sustantivos en la equidad y la lucha contra la pobreza.

Esta diferencia de desempeño marca tres tipos de perfil productivo de los países, según se basen en materias primas y mano de obra barata, bienes de capital o conocimiento. De acuerdo con cada perfil, igualmente varían el ingreso per cápita, el coeficiente Gini, los niveles de desempleo, informalidad y pobreza (cuadro 8).

Dicho de otra manera, las diferencias en el desempeño de las naciones dependen de su capacidad de transformación productiva y social. La *transformación productiva* de un país se mide por su capacidad de diversificar su estructura económica y su oferta exportadora, agregarle valor e innovar en nuevos sectores, procesos y productos. Por su parte, la *transformación social* se refiere a la capacidad de un país para aprender, mejorar el nivel de desarrollo humano y emprender cambios institucionales que le permitan competir en mercados abiertos y cerrar las brechas tecnológicas y socioeconómicas que lo separan de los países líderes del mundo en desarrollo y de los países industrializados.

Ahora bien, la capacidad de transformación de un país depende del papel que se le otorgue a la ciencia, tecnología e innovación, de su pertinencia y posibilidad de aplicación a procesos de innovación productiva, tecnológica, social y organizacional. Así, los países que otorgan prioridad a la inversión y gestión del conocimiento aplicada a la producción y el desarrollo social, presentan un mayor crecimiento económico y menores índices de desempleo, de desigualdad y de informalidad.

Varios son los principios que rigen la transformación productiva y social de los países que han logrado avances significativos en las últimas

Cuadro 8
Tres perfiles productivos en el concierto mundial

Factores	Basados en materias primas y mano de obra barata	Basados en bienes de capital	Basados en conocimiento
Perfil productivo	Actividades extractivas, producción de bienes intensivos en mano de obra.	Bienes de capital, bienes que incorporan tecnología y requieren buenos niveles de formación de sus trabajadores y ejecutivos.	Bienes y servicios generados son intensivos en capital humano de alta formación, en tecnología de punta, en conocimiento y están insertos en estructuras de mercado que derivan rentas de monopolio de la innovación.
Ingreso per cápita	2.000 dólares - 3.500 dólares	9.000 dólares - 16.000 dólares	Superan los 20.000 dólares
Coefficiente Gini	Superiores a 0,49	Entre 0,3 y 0,4	Entre 0,23 y 0,35
Niveles de desempleo	Altos	Medio - bajo	Bajo
Informalidad	60%	Media - baja	Baja
Pobreza	40% - 60%	20% - 40%	-20%
Ejemplos	Mayoría de países de América Latina.	Corea, Israel y varios de los países de la antigua Cortina de Hierro.	Países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Tecnológico (OCDE).

Fuente: Adaptación de Gómez [2005].

décadas, como Japón, Corea, Singapur, Finlandia, Irlanda, España, Israel, India, China, Brasil, México, Filipinas y Malasia, entre otros [Gómez, 2005, 2006; López, 2005; Medina, 2005a, 2005b, 2006a, 2006b].

- La transformación productiva se logra mejorando la competitividad a través de la incorporación de la innovación a la actividad productiva, lo cual genera aumentos en la productividad.
- La transformación productiva debe producir un cambio integral en todo el sistema socioeconómico, lo cual implica cambios en el sistema educativo, la tecnología, la infraestructura, las relaciones sociales, el aparato institucional y el sistema financiero, entre otros aspectos.
- La transformación productiva como eje del desarrollo incorpora y difunde la innovación, al tiempo que permite crear una estrecha relación

intersectorial, tanto con la agricultura como con el sector servicios, y así integrar todo el sistema productivo alrededor de cadenas de valor.

- La transformación productiva debe ser compatible con la conservación del medio ambiente y debe revertir las tendencias negativas sobre el desarrollo sostenible. La transformación productiva busca impulsar la competitividad sin afectar de manera negativa la equidad.
- La transformación social implica desplegar las capacidades de aprendizaje y emprendimiento de la sociedad. Una sociedad es el reflejo de lo que ha aprendido a ser y a hacer. En este sentido, la sociedad se construye desde la transformación de sus individuos y sus organizaciones.
- La educación no sólo es la estrategia central sino también el objetivo central del desarrollo científico y tecnológico. La reforma educativa debe incluir tanto el incremento de los años

de escolaridad, como la educación en CyT y la reestructuración de la formación de maestros, doctores e investigadores.

- La transformación social debe aumentar la capacidad de una sociedad como la nuestra para conversar con el mundo, además de integrarse a redes de conocimiento e información tecnológica, y lograr el manejo de la Internet, los idiomas -especialmente el inglés de uso general y especializado-, y el desarrollo de competencias multiculturales.

No obstante, debe enfatizarse con claridad que un proceso de transformación productiva y social semejante, difícilmente puede emprenderse sin el dominio y comprensión del desarrollo científico, tecnológico e innovador ⁵⁹.

El propósito: Incrementar el desarrollo científico, tecnológico y la innovación en Colombia

El desarrollo científico y tecnológico de una nación podría definirse como *el proceso societal cultural y económico, de naturaleza endógena y dinámica sistémica, acumulativa, sostenida y de largo plazo para el desarrollo de capacidades de la respectiva sociedad para generar, incorporar, asimilar, adaptar, apropiar y aplicar conocimientos y sus correspondientes. Su naturaleza endógena significa asimilación y apropiación de conocimiento y actuar con autonomía, seguir una senda propia de desarrollo. Todo ello en conexión permanente y total con el progreso técnico logrado mundialmente en este campo, el cual, le sirve de paradigma, referencia, estímulo y fuente imprescindible de conocimiento* ⁶⁰.

Por tanto, el desarrollo científico y tecnológico de una nación no se logra simplemente a través de la introducción y apropiación mecánica y repetitiva de algunos conocimientos y habilidades aislados, ni de capacitar en el interior y el exterior algunos profesionales excepcionales, lo cual es coadyuvante y necesario, pero no suficiente.

Este camino ha sido transitado por el país durante los últimos cuarenta años con algunos notables logros individuales y sectoriales, pero sin la contundencia y los resultados masivos que el desafío de la competitividad y los problemas nacionales demandan. Se trata, más bien, de generar en forma creciente y sostenida en la sociedad *una masa crítica* de vocaciones, destrezas, valores, actitudes, motivaciones y capacidades creadoras tanto individuales como colectivas; así como la correspondiente cultura tecno-científica y la cosmovisión racional que le sirvan de terreno fecundo y atmósfera social propensa y favorable al progreso científico y tecnológico.

Todo esto requiere transitar por: (a) la vía del desarrollo del talento humano; (b) la movilización conciente, deliberada y participativa de la sociedad; (c) el reconocimiento y la exaltación de los valores profesionales y éticos de quienes se dedican a los quehaceres de la ciencia, la tecnología y la innovación; (d) el compromiso ético y político de poner tales conocimientos y destrezas al servicio de la sociedad, de la nación y, por esta vía, de la Humanidad; y (e) como parte del proceso nacional de desarrollo social y económico, integrado en un proceso histórico de acumulación de

⁵⁹ Este apartado sigue las conclusiones de varios documentos del Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial de Colciencias, producidos en el marco del Proyecto “Transformación productiva y social de Colombia en una sociedad y una economía del conocimiento”. En este proyecto se busca desarrollar una visión de la transición de Colombia hacia una sociedad y una economía de conocimiento. Los documentos citados son Gómez [2005, 2006], Fracica [2005], López

[2005], Medina [2005a, 2005b, 2006a y 2006b], Zamudio et al. [2005]. También se sigue la discusión planteada por BID [1999], Banco Mundial [2001], CAF [2004], CEPAL [1992; 2005], Cimoli, [2005], Dahlman [2004], Eyzaguirre et al. [2005] y Ocampo y Martín [1993].

⁶⁰ Ver Colciencias [2004c], Guerra [2004], Hall [2006], Holm-Nielsen [2004] y Utria [2005, 2002].

avances sucesivos endógenos y exógenos enmarcados en la propia historia de cada sociedad.

Este proceso se ha cumplido históricamente en el mundo en varias formas:

- *la evolutiva*, que le permitió a Europa lograr pleno progreso tecno-científico en un proceso que duró aproximadamente 5 siglos;
- *la de transplante*, que le permitió a los Estados Unidos y al Japón moderno alcanzar este logro en alrededor de 200 años; y
- *la de aceleración planificada*, que posibilitó a la ex URSS, China, Corea, Taiwán y a otros países del Pacífico asiático lograr un progreso importante en un período de entre 30 y 50 años. Este último modelo requirió sacrificios, esfuerzos y condiciones históricas y políticas especiales para su consolidación.

Más recientemente, ante el reto de la globalización y la competitividad en mercados abiertos, varios países desarrollados y en desarrollo han ensayado tácticas alternativas, consistentes en el manejo estratégico de sus opciones de mercado, mediante la especialización tecnológica en aquellos frentes de su producción en los cuales poseen ventajas competitivas⁶¹.

Frente a estos modelos, Colombia podría optar por un camino propio para lograr una inserción exitosa en la globalización, la sociedad y la economía del conocimiento, que han entrado en vigencia como un imperativo de la civilización contemporánea y como factor de poder y de prestigio internacional. Sólo aquellos países que dominan el conocimiento y son capaces de usarlo para agregar valor e innovación a su producción, tienen y tendrán acceso a este exclusivo club internacional y sus respectivos mercados. Tal es el escenario en donde nuestro país tiene que desempeñarse ineludiblemente de ahora en adelante.

Canalizar y acelerar el proceso acumulativo y sistémico de desarrollo científico y tecnológico

conlleva la gestión e interrelación de diferentes factores y procesos, lo cual implica:

- La promoción, gestación y consolidación de una cultura científica y tecnológica, que impregne y transforme el conjunto de valores socioculturales, actitudes, motivaciones, expectativas, aptitudes, valoración social de la actividad científica, tanto en el plano individual como en el colectivo.
- La consolidación de dinámicas locales emergentes de desarrollo científico y tecnológico, que se manifiestan en el surgimiento de vocaciones individuales y grupos interesados en la ciencia y la tecnología, tanto desde la academia como desde la investigación individual aplicada.
- La conformación de grupos y centros investigativos académicos públicos y particulares de carácter sectorial, pero con tendencia hacia: (a) la articulación intersectorial; (b) la integración polisectorial y la aplicación del conocimiento a la solución de problemas críticos de la sociedad; (c) la incorporación y el aprovechamiento de los recursos naturales; (d) la producción de bienes y servicios, (e) la agregación de valor a la producción; (f) la elevación de la calidad de vida, y otros objetivos conexos.
- El contacto y trabajo conjunto de los anteriores grupos y centros de investigación con empresarios dinámicos e innovadores de los sectores privado y público, con énfasis en las actividades de I+D. Esta interrelación debe conducir a procesos de innovación tecnológica, con el fin de estimular el desarrollo territorial y el incremento de la productividad y de la capacidad competitiva.

⁶¹ Este es el caso de Finlandia, con la telefonía móvil; de Irlanda con software; India con software y fármacos; o Chile con frutas de estación, vinos, pescado y mariscos y otros productos naturales.

- La organización y operación de grandes conglomerados o agrupaciones integradas de investigación y producción científica y tecnológica en torno a la complementariedad multisectorial, a la capacidad instalada regional y local, a la comunidad de intereses empresariales y a la asociación operativa en torno a alianzas estratégicas.

Así, por su naturaleza y su función, el desarrollo científico y tecnológico se convierte en uno de los procesos fundamentales para el progreso de la sociedad. Esto es particularmente relevante ahora, cuando se da por sentado que el mundo -incluidos los países subdesarrollados- navega inexorable y aceleradamente hacia la *sociedad del conocimiento* y que el conocimiento científico y tecnológico constituye el más importante factor de poder y de competitividad económica internacional. Pero sobre todo, porque apunta básicamente a la realización de la persona humana, al realce de su dignidad, al desarrollo de su talento y a la liberación de su capacidad creadora.

En Colombia es fundamental desencadenar y acelerar el proceso de *Desarrollo Científico y Tecnológico* (DCT). Pero esta decisión implica integrar los esfuerzos nacionales en un proyecto político de mediano y largo plazo, y no continuar adelantando programas y proyectos aislados de investigación y de formación avanzada.

Por las anteriores razones, tal concepción del proceso de desarrollo científico y tecnológico del país entraña un cambio conceptual profundo que trae aparejadas importantes modificaciones en la forma como el país ha venido concibiendo y manejando este proceso y en la dinámica institucional del SNCT+I. Para ello, a partir de la visión y principios fundamentales planteados, se proponen ocho grandes metas para ser alcanzadas por Colombia en el año 2019, las cuales le permitirán al país basar su desarrollo económico, social y humano en la ciencia, la tecnología y la innovación, como lo requiere su tránsito hacia una sociedad del conocimiento.

METAS Y PROGRAMAS

Para alcanzar el escenario descrito en la visión, se propone un conjunto de metas articulado alrededor de tres ejes, tal como se describe a continuación:

1. Metas enfocadas al *desarrollo* de las competencias centrales del sistema:
 - fomentar la innovación para la competitividad;
 - incrementar la generación de conocimiento; y
 - fomentar la apropiación de la CT+I en la sociedad colombiana.
2. Metas de *apoyo* para el desarrollo de competencias centrales:
 - incrementar y fortalecer las capacidades humanas para la CT+I;
 - consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; y
 - consolidar la infraestructura y los sistemas de información para la CT+I.
3. Metas correspondientes a la expresión al nivel territorial y global de la actividad del SNCyT:

- promover la integración regional; y
- consolidar la proyección internacional de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Estas metas son elementos sistémicos que se interrelacionan en múltiples direcciones. La explicación de estas metas se hace de acuerdo con una estructura que, para cada una de ellas, incluye: (a) una descripción *-qué hacer-*; (b) una justificación *-para qué hacerlo-*; (c) una propuesta de programas que concretan operacionalmente la meta *-cómo hacerlo-*; y, finalmente, (d) un anexo donde se plantean los indicadores de seguimiento con las metas programadas⁶².

⁶² Las metas y programas que se relacionan a continuación constituyen la propuesta central de la Visión CT+I 2019 y del Plan CT+I 2019, articulada alrededor de la Matriz de Marco Lógico. Tal propuesta surge de analizar las versiones anteriores de este documento estratégico y las propuestas de los grupos de trabajo institucionales. La secuencia de organización de estas metas y sus respectivas propuestas de programas no denotan una jerarquía ni una decisión cerrada y definitiva. Este planteamiento refleja la labor analítica llevada a cabo por el DNP y Colciencias con base en la información existente. La priorización definitiva de estas metas y programas será producto del trabajo participativo de los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

META 1: INCREMENTAR LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

Con el avance hacia el cumplimiento de esta meta se pretende estimular la creación de conocimiento científico, tecnológico y de innovación, al igual que realizar una apuesta nacional por el conocimiento pertinente y de excelencia. El país requiere la generación de un volumen importante de conocimiento, tanto básico como de carácter aplicado, que la sociedad demanda y requiere para aumentar las capacidades de organización y desarrollo social, tanto en el ámbito de las personas, como de las comunidades, empresas, instituciones, ciudades y regiones. De acuerdo con lo anterior, los Centros de Excelencia, los grupos de investigación, los proyectos estratégicos y las agendas de investigación e innovación de mediano y largo plazo contarán con el apoyo necesario para el desarrollo de su actividad en consonancia con al avance mundial de la ciencia y la tecnología, y los grandes problemas y retos del país, sus regiones y sus ciudadanos.

Para qué

Para que nuestro país pueda avanzar significativamente en las tendencias globales de una economía y sociedad basada en el conocimiento, no basta con comprar tecnología en los mercados externos o simplemente imitar el comportamiento de la comunidad científica internacional. Se requiere interpretar las corrientes mundiales de pensamiento desde una perspectiva propia, proponer y resolver problemas con originalidad, y hacer contribuciones relevantes en el contexto nacional y global.

La autonomía intelectual es hoy una condición indispensable para salvaguardar la soberanía nacional en un contexto dentro del cual el crecimiento económico global depende en forma

cada vez mayor del dominio del conocimiento y la tecnología. La generación de conocimiento en el mundo contemporáneo es fundamental para tomar mejores decisiones estratégicas y definir prioridades políticas de Estado, orientar la formación de las nuevas generaciones y estimular la capacidad de aprendizaje colectivo.

No obstante, lo anterior conlleva altas exigencias en materia de cooperación, dinamismo, organización y eficacia, cuyas prácticas están determinadas por las características propias de los temas y las disciplinas que conforman los contextos de actuación. De allí la conveniencia de trabajar en la promoción de las áreas nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación como medio de acción para generar conocimiento en el país con criterios de pertinencia a través de proyectos específicos.

Líneas de acción

- Apoyo a la investigación fundamental o básica.
- Apoyo a las investigaciones científicas, tecnológicas e innovadoras en el área de energía y materia.
- Apoyo a las investigaciones científicas, tecnológicas e innovadoras en procesos biológicos, agroalimentarios y biodiversidad.
- Apoyo a las investigaciones científicas, tecnológicas e innovadoras en el área del ser humano y su entorno.
- Apoyo a las investigaciones científicas, tecnológicas e innovadoras en la educación, la cultura y las instituciones.
- Apoyo a las investigaciones científicas, tecnológicas e innovadoras en la gestión del conocimiento, las aplicaciones sociales y la convergencia tecnológica.

Tabla 1
Meta 1. Incrementar la generación de conocimiento

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Inversión estimada
1.1 Proporción de grupos de investigación en CT+I reconocidos frente a los grupos de investigación registrados.	1:2 (2006)	1:1,8*	1:1,8	\$7.188.155 millones de pesos de 2006
1.2 Número de publicaciones con factor de impacto ^{**} /número de publicaciones registradas por los investigadores colombianos.	19,34% (2006)	40%	60%	
1.3 Número de nuevos productos de conocimiento tipo A ^{***} /total de productos registrados por los investigadores colombianos.	14,8 % (2006)	20%	40%	
1.4 Número de grupos de investigación de categoría A/total de grupos reconocidos.	34% (2006)	30%	40%	
1.5 Número de centros de investigación de excelencia.	6 (2006)	10	20	

Fuente: Red Scienti.

* A partir del año 2008 regirá una nueva política sobre los grupos de investigación en Colombia, que afectará la relación entre grupos reconocidos y registrados; por lo tanto, las acciones estarán encaminadas a lograr las proporciones propuestas a 2010 y 2019.

** El factor de impacto es una medida de la frecuencia de aparición de citas de un artículo en un año o periodo determinado.

*** Se consideran productos de conocimiento tipo A: artículos resultado de la investigación publicados en revistas tipo A, en sistemas de indexación: ISI, MEDLINE, ASFA, IPA, LILACS, base de datos IRESIE; libros, capítulos de libro, productos o procesos tecnológicos patentados, usualmente no patentables o protegidos por secreto y producción artístico-cultural que sea resultado de una investigación.

META 2: FOMENTAR LA INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD

La competitividad de una nación nace de agregar la capacidad de cada una de las organizaciones productivas que la conforman. Colombia será competitiva en la medida que sus empresas, aglomeraciones de empresas, territorios y sistemas educativos estén articulados alrededor de la creación y mantenimiento de ventajas competitivas dinámicas, basadas en el conocimiento, el talento humano y la capacidad de gestión.

Es así como la efectividad de toda acción podría resultar comprometida si no se contara con la participación efectiva y cotidiana de cada uno

de los agentes que conforman el tejido empresarial. Para avanzar en el desarrollo tecnológico del sector productivo nacional, es necesario incorporar la innovación, la calidad y la agregación de valor como fundamento de la competitividad. Esto implica trabajar por la creación de nuevos procesos y productos, el mejoramiento continuo de prácticas y métodos de gestión, al igual que por la dedicación de mayores recursos y esfuerzos en tareas de investigación y desarrollo, e impulso de la asociatividad con sentido estratégico.

Para qué

El país requiere fomentar la innovación y el desarrollo productivo para mejorar las condiciones

Tabla 2
Meta 2. Fomentar la innovación y el desarrollo productivo

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Inversión estimada
2.1. Porcentaje de participación de los incentivos a la innovación tecnológica frente al valor total de los créditos, línea Bancoldex-Colciencias y FINAGRO-Colciencias.	29,22 % (2005)	35%	40%	\$7.864.687 millones de pesos de 2006
2.2 Factor de apalancamiento o movilización de recursos de Colciencias en proyectos de cofinanciación (proporción de los recursos Colciencias frente a los recursos de contrapartida en proyectos de innovación).	1:1,3	1:1,5	1:1,7	
2.3 Porcentaje de empresas industriales que se han beneficiado con incentivos fiscales frente al total de empresas innovadoras (radicales e incrementales)*.	7,62 % (2005)	13%	23%	
2.4.1 Número de centros de desarrollo tecnológico consolidados.	19 (2006)	22	28	
2.4.2 Centros de gestión tecnológica**.	14 (2006)	16	20	
2.4.3 Número de centros regionales de productividad consolidados.	7 (2006)	12	20	
2.4.4 Número de parques tecnológicos consolidados.	1 (2006)	4	8	

Fuente: Base de Datos Oficina de Registro de Proyectos de Colciencias; y II Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica 2005; Base de datos Subdirección de Innovación y Desarrollo Empresarial; Base de Datos del Sistema Nacional de Innovación de Colciencias.

* La clasificación de Empresas Innovadoras Radicales e Incrementales, se encuentra actualmente en revisión por parte de DNP y de Colciencias.

** De acuerdo con la clase propuesta en el estudio de los centros de desarrollo tecnológico y CRP [CAF, 2006], los Centros de Gestión Tecnológica, es una estructura institucional que cumple funciones de desarrollo tecnológico, presta servicios técnicos –homologación, certificación, capacitación técnica, procesos de implantación de calidad– y presta servicios de gestión –consultoría, gerencia de proyectos y capacitación en gestión.

de su mercado interno y diversificar su oferta exportadora. De este modo podrá competir en los sectores que conforman su actual estructura productiva y avanzar en la creación de nuevos sectores y actividades económicas. En tal sentido es fundamental aumentar el contenido tecnológico de las manufacturas basadas en los recursos naturales y desarrollar bienes y servicios de bajo, mediano y alto nivel tecnológico.

Es claro entonces que el país debe crear un círculo virtuoso de innovación y desarrollo tecnológico. Alrededor de este propósito deben concurrir el desarrollo del talento humano, la transferencia tecnológica, los fondos públicos para investigación y desarrollo, la inversión privada, y el incremento de la productividad total de los factores. De este modo, si Colombia incrementa sus stocks de conocimiento aplicados a la producción podrá aumentar sus ingresos y mejorar las condiciones de equidad y calidad de vida de sus ciudadanos.

Líneas de acción

- Fortalecimiento de la articulación entre universidades y sector productivo.
- Promoción del desarrollo institucional de las organizaciones prestadoras de servicios de CT+I al sector productivo (Centros de desarrollo tecnológico, incubadoras de empresa, parques tecnológicos, etc.).
- Apoyo directo a la innovación y el desarrollo tecnológico en empresas y en arreglos productivos locales.
- Fomento de la transferencia de tecnología.
- Creación de fondos de capital de riesgo para empresas de base tecnológica.
- Apoyo a procesos innovadores que generen transformaciones sociales, organizacionales y empresariales.

META 3: FOMENTAR LA APROPIACIÓN DE LA CT+I EN LA SOCIEDAD COLOMBIANA

La apropiación se orienta a generar una base cultural sólida de percepción y valoración de las actividades científicas, tecnológicas e innovadoras por parte de la sociedad. Se requieren canales de comunicación eficientes, así como el estímulo a la participación de los actores sociales en los procesos de generación, comprensión, validación y uso del conocimiento a favor de la sociedad colombiana. Esto a su vez le permite al país afrontar de manera positiva los retos y problemas planteados por el contexto nacional e internacional.

Fomentar la apropiación social del conocimiento exige, entre otros procesos, ampliar la conciencia en la opinión pública de la importancia de la CT+I, la participación activa de los medios de comunicación en la divulgación de la CT+I, la formación especializada de los maestros para la enseñanza de la ciencia a los niños y jóvenes, y la

presencia de centros interactivos en las regiones, donde la ciudadanía tome contacto con los desarrollos propios de la CT+I.

Una sociedad donde el conocimiento está ampliamente distribuido entre la población abre sus espacios para utilizarlo democráticamente en la toma de sus principales decisiones. Por lo tanto, el conocimiento debe hacer parte activa de la agenda pública donde se discuten y se plantean soluciones a los problemas nacionales.

Para qué

Para incrementar el desarrollo científico y tecnológico de la sociedad es necesario que formal e informalmente este sea parte de la vida cotidiana de la población. Cuando la ciudadanía se interesa activamente por los avances de la ciencia y su aplicación para la solución de sus problemas, la sociedad en conjunto toma conciencia acerca del valor del conocimiento y de la necesidad de fomentar las capacidades creadoras tanto individuales como colectivas.

De acuerdo con lo anterior, Colombia debe ampliar su cultura tecno-científica y asumir una cosmovisión racional que le sirvan tanto de terreno fecundo como de atmósfera social propensa y favorable al progreso científico y tecnológico. La ciencia y la tecnología constituyen una vía del desarrollo del talento humano que debe ser reconocida y exaltada en cuanto promueve valores profesionales y compromisos éticos y políticos para colocar el conocimiento al servicio de la sociedad.

Cuando ello sucede, las comunidades exigen a sus gobernantes que los tomadores de decisiones así como los servidores públicos asuman el conocimiento como fundamento de sus planes y estrategias, y, a su vez, los usuarios exigen a los empresarios que provean bienes y servicios de alta calidad. De este modo, se eleva el nivel de aprendizaje colectivo y la sociedad se torna más efectiva y responsable en el uso de sus recursos y posibilidades.

Tabla 3
Meta 3. Fomentar la apropiación de la CT+I en la sociedad colombiana

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Inversión estimada
3.1 Porcentaje del público general que reconoce las instituciones relacionadas con CT+I.	48,5 % (2004)	60%	80%	\$1.691.331 millones de pesos de 2006
3.2 Número de suscriptores a revistas nacionales especializadas en CT+I.	Suscripciones personales: 83.345	90.000	125.000	
	Suscripciones institucionales: 24.121	26.500	36.000	
3.3 Número de canje de revistas especializadas de CT+I nacionales.	Revistas Canje Nacional: 12.007	13.200	18.000	
	Revistas Canje Internacional: 9.054	10.000	13.600	
3.4. Número de centros interactivos de Ciencia y Tecnología en el país.	15	20	32	

Fuente: Encuesta de Percepción; Base Bibliográfica del Servicio Nacional de Indexación de Colciencias y Red Lilliput.

Líneas de acción

- Fomento de la presencia de la CT+I en la Agenda Pública.
- Apoyo al montaje y desarrollo de centros interactivos de CT+I en todo el territorio nacional.
- Fomento a la difusión masiva de la CT+I.

META 4: INCREMENTAR Y FORTALECER LAS CAPACIDADES HUMANAS PARA LA CT+I

Colombia necesita contar con un grupo significativo de personas dedicado a Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI). Se estima que en 2019 habrá unos 55,4 millones de habitantes en Colombia y los referentes internacionales indican que una sociedad requiere al menos que uno de cada mil habitantes esté dedicado a ACTI para lograr una masa crítica que permita una adecuada y creciente incorporación de conocimiento a las distintas actividades de la sociedad.

Para ello se debe aumentar significativamente el número de personas con doctorado y *maestrías científicas*⁶³, pero también conformar una red de

apoyo de colaboradores que faciliten la producción, apropiación y uso del conocimiento en todos los niveles educativos y en todos los sectores sociales.

De igual manera, hoy en día es vital el reconocimiento del valor del concepto de cadena educativa, dentro del cual las personas tienen la oportunidad de maximizar sus oportunidades de formación a lo largo de la vida y ejercer su derecho al libre pasaje entre los niveles de formación básica y secundaria, formación para el trabajo y educación superior. La ciencia, la tecnología y la innovación deben ser parte integral de este proceso de formación. Para ser competitiva en un mundo basado en el conocimiento, Colombia requiere con urgencia elevar su capacidad para comprender la frontera tecnológica y aumentar su ritmo de producción de conocimientos.

⁶³ Existen dos tipos esenciales de maestrías. Una es la maestría científica que tiene por objeto la formación de personas capaces de investigar y desarrollar conocimiento; y las maestrías profesionalizantes las cuales tienen por objeto procurar una formación basada en un conocimiento general aplicable a la solución de problemas.

Para qué

El desarrollo de capacidades humanas es la esencia del desarrollo científico y tecnológico de una sociedad. Si una sociedad como Colombia perpetúa las asimetrías frente a otros países, y en su interior entre las mismas regiones y clases sociales para el acceso a la educación, reproduce sus conflictos y a la vez disminuye sustancialmente su potencial de desarrollo humano.

Colombia requiere construir eslabones en la cadena de formación, de modo que en la base de la pirámide se fomenten en los jóvenes las

vocaciones y destrezas en ciencia y tecnología. Asimismo, se debe aumentar sustancialmente el número de personas especializadas en formación técnica y tecnológica, profesionales competentes, y personas con el más alto nivel de formación.

Si el país desea avanzar con la celeridad necesaria hacia la sociedad y la economía del conocimiento, se debe incrementar sustancialmente la promoción y la financiación de la capacitación y actualización del talento humano especializado en CT+I, acorde con las demandas nacionales y el desarrollo de sectores estratégicos que focalicen los esfuerzos nacionales. En este sentido,

Tabla 4
Meta 4. Incrementar y fortalecer las capacidades humanas para la CT+I

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Inversión estimada
4.1 Número total de investigadores por millón de habitantes.	277	577	2.352 *	\$25.369.959 millones de pesos de 2006
4.2. Número de artículos publicados por colombianos en revistas indexadas nacionales.	10.851 (2006)	85.953	395.442 **	
4.3.1 Becarios Colciencias en formación avanzada.	Doctorado y maestría: 1.389 (1992-2005)	3.704	18.520	
4.3.2 Número de beneficiarios de Colciencias en el Programa de Jóvenes Investigadores.	Jóvenes investigadores: 1.294 (1995-2004)	2.865	13.181	
4.3.3 Número de niños, niñas, y maestros participantes de proyectos del Programa Ondas.	Abiertos: 43.799 (2001-2005)	107.000	1.950.000	
	Preestructurados: 169.600	414.000	7.532.000	
4.4 Nivel de formación por grupos de investigación reconocidos.	Profesionales (pregrado, especialización, maestría) 83%	65%	50%	
	Doctorado: 17%	35%	50%	

Fuente: Red Scienti; Colciencias.

* Se ha proyectado sobre un escenario de ruptura que representa un quiebre fundamental en la tendencia existente.

La proyección de habitantes corresponde a la realizada por el DANE. Se estiman el número de PhD deseados y teniendo en cuenta la proporción de por cada PhD habrá 3 investigadores, se calcula el total de estos últimos. De esta manera, si se parte de que en el 2006 hay 3.938 PhD, se asume que habrá 11.938 PhD en 2010 y 43.938 PhD en 2019. A medida que se van aumentando los recursos, se establece una proyección geométrica de una masa crítica de investigadores que estarán orientados a sectores estratégicos.

** Actualmente los investigadores nacionales, publican en promedio 2,3 artículos anuales, se calcularon las respectivas proyecciones asumiendo que para 2010 y 2019 cada investigador publicará 3 artículos por año.

también es necesario mejorar sustancialmente la calidad de los gestores de conocimiento, quienes están llamados a producir sinergias interministeriales, interinstitucionales e interregionales que canalicen el talento humano nacional.

Líneas de acción

- Fortalecimiento de la formación avanzada -doctorados y maestrías científicas-.
- Promoción de actividades y vocaciones en CT+I en todos los niveles educativos - Programa Ondas, Jóvenes Investigadores-.
- Formación de gestores del conocimiento de alto nivel.
- Articulación del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo con el Sistema Nacional para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

META 5: CONSOLIDAR LA INSTITUCIONALIDAD DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

La institucionalidad de la CT+I es uno de los principales activos con que cuenta el país, tras cuarenta años de importantes esfuerzos en su construcción. De allí que su consolidación deba enfocarse, por un lado, a preservar y valorizar los logros alcanzados y, por el otro, a superar las limitaciones que aún existen.

Asimismo, es necesario adaptar las bases del actual SNCyT a las nuevas condiciones que se prevén para nuestro país en el año 2019. Para avanzar en esta dirección es necesario expedir normas que generen mecanismos efectivos y eficaces de coordinación del gasto público. Sin embargo, es indispensable que exista un mecanismo administrativo, jurídico y logístico de coordinación en la planeación y ejecución, de manera que las capacidades desarrolladas actúen en forma sinérgica para potenciar el sistema en su conjunto. En una economía basada en el conocimiento se debe aumentar la efectividad de las instituciones

de CT+I, para que puedan enfrentar y superar estándares internacionales de desempeño.

Para qué

Colombia necesita una institucionalidad que potencie las oportunidades de desarrollo científico y tecnológico. Para ello el SNCT+I debe evitar la atomización y dispersión de los esfuerzos colectivos mediante el aumento de las capacidades para el diseño y coordinación de políticas públicas, la evaluación de planes, programas y proyectos, la concertación y el pensamiento a largo plazo.

De igual manera, es necesario que cada vez un número mayor de actores e instituciones amplíen su capacidad de generación de riqueza a través de un uso más eficiente del sistema de propiedad intelectual, genere capacidades de anticipar las dinámicas de cambio tecnológico e identifique aquellas tecnologías que probablemente generarán los mayores beneficios económicos y sociales en el mediano y largo plazo.

A esto debe sumarse el trabajo de universidades, ministerios y otras entidades del Estado, junto a empresas y comunidad académica en la generación de una capacidad superior para identificar y cofinanciar proyectos estratégicos, complejos y de largo alcance, negociar conflictos y cooperar. Pero también requiere mayor claridad acerca del papel que puede jugar la CT+I en el impulso del desarrollo nacional y regional.

Líneas de acción

- Reestructuración y consolidación de la institucionalidad del SNCT+I.
- Coordinación institucional en el diseño, ejecución y evaluación de políticas y programas en CT+I.
- Incremento de la apropiación y utilización del sistema de protección de la propiedad intelectual.
- Fortalecimiento de la perspectiva científica y tecnológica e inteligencia competitiva.

Tabla 5
Meta 5. Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Inversión estimada
5.1 Inversión total en CT+I como porcentaje del PIB cada año.	0,37% (2004)*	1%	2%	\$507.399 millones de pesos de 2006
5.3 Mecanismo administrativo, jurídico y logístico.	Anteproyecto de Ley de Ciencia y Tecnología	Ley de Ciencia y Tecnología aprobada		

* Fuente: DNP Sector Gobierno, II Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico.

** Fuente: Observatorio de CyT.

META 6: CONSOLIDAR LA INFRAESTRUCTURA Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA CT+I

La carencia de información relevante para la toma de decisiones contribuye a mantener las condiciones que explican el débil funcionamiento del actual SNCyT, al tiempo que impide a sus actores disponer de elementos de juicio más adecuados para el diseño de estrategias efectivas de respuesta en el corto, mediano y largo plazo.

Se requiere, por consiguiente, desarrollar y consolidar sistemas de información e indicadores de CyT, como herramientas para que los recursos del Gobierno Nacional, las entidades territoriales y las organizaciones empresariales y sociales se empleen de manera coordinada y efectiva. No tiene sentido exponer el SNCyT al fraccionamiento de esfuerzos ni a la duplicación de tareas con el consiguiente desperdicio de recursos.

De igual forma se busca consolidar la infraestructura necesaria para la investigación, compuesta por laboratorios adecuados y equipos de tecnología de punta. Ello con el objeto de contar con la capacidad para producir, usar e incorporar conocimiento a todo nivel, especialmente en el campo de la formación avanzada, es decir, maestrías y doctorados.

Para qué

La economía del conocimiento se caracteriza por tres rasgos interrelacionados: (1) se basa en el conocimiento y en la información como fundamento de las ganancias de productividad y competitividad; (2) se articula globalmente en tiempo real; y (3) funciona en redes. La economía del conocimiento envuelve tanto las nuevas tecnologías incorporadas en los procesos de producción y en los productos como también las nuevas formas de organizar los procesos y la información, las redes dinámicas y los nuevos estilos de gerencia que están creando novedosas formas de competencia global. Por lo tanto, esta dinámica tecnológica y social tiene una especial importancia en la forma de hacer ciencia.

La infraestructura científica y tecnológica es indispensable para generar y aplicar conocimiento con alta calidad y pertinencia. Asimismo, las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) tienen un importante papel que jugar para integrar bibliotecas virtuales, bases de datos de patentes y artículos científicos, comunicar redes de especialistas, formar comunidades de conocimiento y obtener información especializada. Sin una adecuada infraestructura científica y de sistemas de información no es posible atender la velocidad del cambio tecnológico, colaborar con

grupos de investigación e innovación en gran escala ni aprovechar las oportunidades que brinda la conectividad.

Líneas de acción

– Consolidación del Sistema Nacional de Información para CT+I.

– Consolidación de la infraestructura física y equipamiento para investigación de las instituciones del SNCT+I.

– Aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) a procesos de ciencia, tecnología e innovación.

Tabla 6

Meta 6. Consolidar la infraestructura y los sistemas de información para la CT+I

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Inversión estimada
6.1 Inversión de las empresas industriales en infraestructura de TIC para innovación y desarrollo tecnológico, como porcentaje de las ventas.	0,13% (2004)	0,39%	0,66%	\$19.027.469 millones de pesos de 2006
6.2 Porcentaje de implementación del Sistema de Información en CyT*	25%	50%	100%	
6.3 Número de programas de Doctorado apoyados por Colciencias para la ampliación de infraestructura con respecto al número total de programas de doctorado en el país.	80,95%	90%	100%	

Fuente: DANE y II Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico; Base de datos Oficina de Recursos Humanos de Colciencias.

* Grado estimado de desarrollo de los sistemas de información en CT+I actuales, de acuerdo con las capacidades de generar información e indicadores de CT+I.

META 7: PROMOVER LA INTEGRACIÓN REGIONAL

Colombia presenta condiciones físicas y poblacionales que confieren a sus territorios características específicas de importancia. Estas peculiaridades cobran cierta relevancia a la hora de planear y ejecutar políticas públicas. De acuerdo con Fals Borda y Mora Osejo [2003;10] “las condiciones vitales del país tropical colombiano -así amazónico como andino y costero- son únicas y diversas y por lo mismo inducen y exigen explicaciones propias, manejos técnicos e instituciones eficaces según paradigmas endógenos, alternativos y abiertos”. En este contexto, es

posible identificar la diversidad cultural, natural y productiva, contenida en la heterogeneidad regional de nuestro país, como oportunidades para ser competitivos en el ámbito mundial y mejorar el nivel de vida de nuestra población.

De acuerdo con lo anterior, los retos para lograr la transformación social y productiva que demanda la sociedad colombiana para ser viable en el contexto global, implican que el desarrollo científico, tecnológico e innovativo deberá estar sustentado en el conocimiento de las realidades locales. Asimismo, debe sustentarse en la comprensión y la dinamización de procesos de

reflexión y acción a través de proyectos estratégicos, tendientes a establecer lazos de cooperación y poner en marcha sinergias y eficiencias colectivas en los territorios.

Para qué

La integración regional tiene un doble sentido. Por un lado, potencializa el desarrollo local y regional basado en el conocimiento y, por otro, articula los esfuerzos de departamentos o municipios que tienen intereses comunes, tales como el desarrollo de territorios y ecosistemas estratégicos de Colombia, o la proyección internacional de la CT+I regional.

Para que estos procesos se den en la práctica, es necesario mejorar continuamente la gestión pública de la CT+I en el orden territorial para aumentar las capacidades locales de generación, gestión, transferencia y apropiación de CT+I. Asimismo, es indispensable mejorar la

pertinencia de los proyectos de investigación e innovación, por ejemplo, al orientarlos hacia el aprovechamiento de los recursos naturales, la especialización productiva y el bienestar social en las regiones.

Para avanzar en la implementación de las Agendas Regionales de CT+I es necesario que los gobiernos territoriales aumenten su inversión a través de los planes de desarrollo, y exijan calidad científica y tecnológica en los proyectos sectoriales que se ejecutan en temas prioritarios, como productividad, desarrollo social, infraestructura, gobernabilidad o gestión ambiental. De igual manera, debe fomentarse el desarrollo de redes y comunidades de conocimiento que funcionen a través de las fronteras territoriales, e incluyan actores sociales y culturas que tradicionalmente han estado fuera de escenarios formalmente constituidos, pero que tienen importantes conocimientos de origen ancestral.

Tabla 7
Meta 7. Promover la integración regional en CT+I

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Inversión estimada
7.1 Porcentaje de departamentos que aportan inversión en proyectos de agenda.	21 % (2006)	50%	80%	\$16.321.340 millones de pesos de 2006.
7.2. Porcentaje de participación del presupuesto de Colciencias en la financiación de proyectos de agenda CTI.	3,54% (2005)	10%	15%	
7.3 Porcentaje de departamentos participantes del programa de capacidades para la gestión pública de conocimiento.	31% (2005)	50%	90%	
7.1 Factor de apalancamiento o movilizador de recursos de Colciencias en la Gestión Pública de CTI.	1:1,6 (2005)	1:1,8	1:2	

Fuente: Base de datos Oficina de Regionalización de Colciencias.

* Proporción de los recursos Colciencias frente a los recursos de contrapartida invertidos por entidades.

Líneas de acción

- Gestión Pública de CT+I en el orden territorial.
- Conocimiento para el desarrollo territorial.
- Desarrollo científico, tecnológico e innovación para el desarrollo de territorios estratégicos de Colombia (Amazonía, Chocó biogeográfico, espacios oceánicos y zonas costeras, Macizo Colombiano, zonas de Integración de frontera, espacio geoestacionario).
- Comunidades de conocimiento empírico y tradicional.

META 8: CONSOLIDAR LA PROYECCIÓN INTERNACIONAL DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN.

El aumento de la intensidad de los flujos de información que viene presenciando la sociedad en los últimos años supone para la actividad científica de cualquier país una intensa y permanente integración con el acontecer científico y tecnológico mundial. Dicha integración debe facilitar el intercambio del conocimiento científico, desde su cultura y apropiación regional, en un constante compartir de desarrollos, que interactúan con el mundo, a través de acuerdos estratégicos los cuales involucran los más diversos ámbitos nacionales.

Estos esfuerzos de cooperación internacional indican una doble vía: una en donde exista una apertura al conocimiento y a las tendencias que se están generando en el mundo, para la construcción de nación; y otra en donde las actividades y los logros del país hagan presencia en el

escenario mundial para contribuir al progreso de toda la humanidad. La ciencia, la tecnología y la innovación deben pensarse necesariamente en un contexto universal, donde los flujos de conocimiento y la movilidad de personas son un factor constante para acelerar los procesos de aprendizaje colectivo.

Para qué

La internacionalización en CT+I es una herramienta ampliamente utilizada por los países para acortar las brechas tecnológicas y cognitivas con relación a los países industrializados. Abarca múltiples aspectos y varias modalidades de operación que conllevan la vinculación a dinámicas internacionales de generación, apropiación y utilización de conocimiento, tales como participar activamente en organismos multilaterales, asumir tareas y responsabilidades en proyectos científicos de gran escala, realizar pasantías en instituciones especializadas, entre otros. Estos procesos implican flujos crecientes de doble vía donde científicos e ingenieros, nacionales y extranjeros, establecen convenios e intercambian información, recursos y posibilidades de formación en materia de CT+I.

En Colombia es fundamental ampliar las oportunidades de las personas e instituciones para acceder a experiencias de formación y actualización, ampliar los canales de distribución de conocimiento altamente especializado, y hacer parte de redes internacionales donde se produce y circula el conocimiento de punta. Esta dinámica implica una corresponsabilidad para financiar en forma sostenible proyectos de larga duración y forjar capacidad de respuesta frente a tratados internacionales y compromisos de obligatorio cumplimiento.

Tabla 8
Meta 8. Consolidar la proyección internacional de la CT+I

Indicador	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019	Situación 2019
8.1 Número de convenios de cooperación internacional activos* /número de convenios de cooperación internacional firmados.	30% (2005)	40%	70%	\$6.596.189 millones de pesos de 2006
8.2 Número de investigadores colombianos movilizados internacionalmente/número de investigadores colombianos.	1,68% (2005)	5%	10%	
8.3 Participación de Colciencias en comisiones mixtas y de vecindad.	38,46% (2005)	60%	90%	

Fuente: Base de datos División de Internacionalización de Colciencias.

* Convenios de cooperación internacional activos, son redes vigentes por medio de las cuales se están desarrollando programas y actividades de cooperación internacional científico-técnica.

Líneas de acción

- Apoyo a la articulación de Colombia a proyectos estratégicos bilaterales y multilaterales de CT+I.
- Fomento de la cooperación internacional hacia programas y centros de actividad científica y tecnológica del país.
- Incorporación de la capacidad de trabajo de destacados científicos, tanto colombianos como extranjeros) no residentes en el país, al SNCT+I.
- Fomento de los canales de comunicación e información acerca de los logros de la comunidad científica nacional e internacional.

PLAN DE INVERSIONES

Con el objetivo de fortalecer la ciencia y la tecnología en el país y convertirla en motor del crecimiento, deberán realizarse para el año 2019 inversiones equivalentes a \$84.566.532 millones de pesos de 2006. El 63% de estos recursos deberán ser generados por el sector privado.

Cuadro 9
Plan de Inversiones

Fuente	Total recursos (millones de pesos 2006)	Participación
Recursos sector público *	\$ 31.498.389	37%
Recursos del sector privado	\$ 53.068.143	63%
Total	\$ 84.566.532	100%

* Comprende los recursos proyectados para alcanzar una inversión en CyT del 2% del PIB en 2019, que incluye recursos públicos/ recursos propios/parafiscales/fondos especiales, además de los provenientes de Regalías, del Sistema General de Participaciones, del Sector Descentralizado, de las entidades territoriales.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Julia Patricia [2005]. *La Percepción que tienen los colombianos sobre la ciencia y la tecnología*. Bogotá, Colciencias. pp. 95-171.
- Aldana Valdés, Eduardo *et al.* [1996]. *Colombia: al filo de la oportunidad*. Presidencia de la República de Colombia, Colciencias, Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- Banco Mundial [2001]. *De los recursos naturales a la economía del conocimiento*. Washington: Banco Mundial.
- Banco Mundial [2003]. *Colombia: Competitividad agrícola y rural*. Dirección Subregional para Colombia y México - Departamento de Desarrollo Ambiental y Socialmente Sostenible. Región América Latina y el Caribe.
- Banco Interamericano de Desarrollo [1999]. *América Latina frente a la desigualdad en progreso económico y social en América Latina*. Washington: BID.
- Banco Interamericano de Desarrollo [2004] Memorias y conclusiones del Seminario Internacional *Financing and priorities in science and technology in Latin America and the Caribbean*. Lima: BID, OEA, CEPAL, CONCyTEC, Lima, noviembre de 2004.
- Corporación Andina de Fomento. [2004]. *Reflexiones para retomar el crecimiento. Inserción internacional, transformación productiva e inclusión social*. Caracas: Corporación Andina de Fomento.
- Corporación Andina de Fomento. [2006, julio]. *Fase II: Política pública y programa de apoyo* (informe final). Bogotá: CAF - Programa de consolidación de los Centros de Desarrollo Tecnológico y los Centros de Productividad.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [1992]. *Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad*. s. l. CEPAL y Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [2005]. *Objetivos del Milenio. Una mirada desde América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

- Cimoli, Mario *et al.* [2005]. *Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina*. En: Seminario: Industrialização, Desindustrialização e Desenvolvimento (2005: São Paulo). Publicado en: Cimoli, Mario (editor) *Heterogeneidad Estructural, Asimetrías Tecnológicas y Crecimiento en América Latina*. Santiago: BID-CEPAL, 2005.
- Comisión Europea [1995]. *El Libro Verde de la Innovación*. Bruselas: CE.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.[1995, junio] *Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico*. Bogotá: CNCyT.
- Chaparro, Fernando; Jaramillo, Hernán y Quintero, Vladimir [2004, abril]. *Aprovechamiento de la diáspora e inserción de Colombia en redes globales de conocimiento: El caso de la red Caldas*. (Informe preparado para el Knowledge for Development Program del Instituto del Banco Mundial). Bogotá: BM.
- Chenery, H. B., y M. Syrquin [1975]. *Patterns of Development, 1957-1970* Londres.: Oxford University Press.
- Dalhman, Carl [2004, 16 de marzo]. *Challenge of the Knowledge Economy: Towards a Pragmatic Innovation Agenda, Knowledge for Development Program*. Santiago: Fundación Chile.
- Dirección General de Prevención y Atención de Desastres [1998]. *Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres*. Bogotá: DGPAD.
- Dinero [2006, 28 de abril]. *Universidades ¿dan la talla?* Núm. 252, pp. 28-44.
- Departamento Nacional de Planeación [2001]. *Estrategia para consolidar la ejecución del plan nacional para la prevención y atención de desastres-PNPAD en el corto y mediano plazo*. Consejo Nacional de Política Económica y Social, Bogotá: DNP.
- Departamento Nacional de Planeación [2003]. *Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 - Hacia un Estado Comunitario*. Bogotá: DNP.
- Departamento Nacional de Planeación [2005a] *Propuesta programa de investigación en amenazas y riesgo con red temática de investigación* (Estrategia de fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la educación para la reducción de riesgos y atención de desastres). Bogotá: DNP, Convenio Interadministrativo núm. 107 de 2003.
- Departamento Nacional de Planeación [2005b]. *Propuesta de sostenibilidad financiera* (Estrategia de fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la educación para la reducción de riesgos y atención de desastres).. Bogotá: DNP, Convenio Interadministrativo núm. 107 de 2003.
- Departamento Nacional de Planeación [2005c] *Avances articulación de la política nacional de educación ambiental y la estrategia* (Estrategia de fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la educación para la reducción de riesgos y atención de desastres). Bogotá: DNP, Convenio Interadministrativo núm. 107 de 2003.
- Departamento Nacional de Planeación [2005d]. *Propuesta Visión de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombia 2019*. Bogotá: DNP, Contratista José Luis Villaveces.
- Departamento Nacional de Planeación [2006a] *Aprovechar el territorio marítimo y sus recursos. Propuesta para discusión*. (Documento Visión Colombia 2019 - II Centenario). Bogotá: DNP, Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible.

- Departamento Nacional de Planeación [2006b]. *Aprovechar y desarrollar las potencialidades del campo. Propuesta para discusión*. (Documento Visión Colombia II Centenario: 2019). Bogotá: DNP, Dirección de Desarrollo Rural Sostenible.
- Departamento Nacional de Planeación [2006c]. *Aprovechar sosteniblemente el potencial de la biodiversidad. Propuesta para discusión*. (Documento Visión Colombia II Centenario: 2019). Bogotá: DNP, Dirección de Desarrollo Urbano y Política Ambiental.
- Departamento Nacional de Planeación, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas [2005]. *Innovación y Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera Colombiana 2003-2004*. Bogotá: DNP-DANE-Colciencias.
- Dosi, Giovanni et al. [1988]. *Technical Change and Economic Theory*. Londres : Pinter publishers.
- Doyle, Eleanor [1997]. *Structural change in Ireland: The contribution of sectoral employment distribution to labour productivity convergence between Ireland and the EU: 1970-1990*, s. l. Journal of Economic Studies, Vol. 24, núm 1 de 2, pp. 59-71.
- El Tiempo [2005a, 10 de agosto]. *Universidades están preocupadas por escasez de profesores de matemáticas*. Bogotá.
- El Tiempo [2005b, 11 de agosto]. *Universitarios colombianos salvaron lanzamiento en el país de carro popular de Sofasa*. Bogotá.
- Espinosa M. F. [2006]. Los conocimientos tradicionales en el ámbito internacional de la conservación de la biodiversidad. En: Escobar E.M. et al. (editoras) *Las mujeres indígenas en los escenarios de la biodiversidad*. Bogotá: Fundación Natura, UICN y CAN.
- Eyzaguirre, Nicolás; Marcel, Mario; Rodríguez, Jorge y Marcelo, Tokman [2005]. *Hacia la economía del conocimiento: el camino para crecer con equidad en el largo plazo*, s. l. Estudios Públicos, Núm. 97, verano.
- Fals Borda, Orlando y Mora Osejo, Luis E. [2003]. *La superación del eurocentrismo: enriquecimiento del saber sistémico y endógeno sobre nuestro contexto tropical*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Flórez, Iván [2001]. *Colombia: un caso interesante para analizar*. (Documento para el Natural Disaster Risk Management Program). Washington: World Bank.
- Foro Económico Mundial [2004]. *The Global Competitiveness Report 2004-2005*. Londres: WEF-Palgrave-Macmillan, New Cork.
- Fracica, Germán [2005]. *Conceptos sobre Transformación Productiva*. (Documento de Trabajo, Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial). Bogotá: Colciencias.
- Freeman, Christopher [1994, octubre]. *The Economics of Technical Change*. Londres: Cambridge Journal of Economics. Vol. 18.p. 463-514.
- Freeman, Christopher [1995, febrero]. *The "National System of Innovation" in Historical Perspective*. Londres:. Cambridge Journal of Economics. Vol. 19, Ním. 1, p. 5-24.

- Gómez, Diego Fernando [2005]. *Colombia 9000.3 Construcción de lo posible*. Medellín: Centro de Estudios de Economía Sistémica.
- Gómez, Diego Fernando. *Las oportunidades están por crear*. Bogotá: Portafolio -Especial sobre Innovación y Desarrollo-, Bogotá, 31 de marzo de 2006.
- Guerra de Mesa, María del Rosario [2004]. *Modelar el futuro 2015. Decisiones en ciencia y tecnología*. Tertulia Presidencial, Bogotá: Presidencia de la República de Colombia.
- Hall, Bronwyn. *Government policy for innovation in Latin America*, En Seminario internacional sobre la globalización de la investigación y el desarrollo de las empresas transnacionales. Retos y oportunidades de política para América Latina y el Caribe. ([2006]: Santiago de Chile). Ponencia en Seminario internacional sobre la globalización de la investigación y el desarrollo de las empresas transnacionales. Retos y oportunidades de política para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL-UNCTAD-GTZ-Ministry for Foreign Affairs Sweden.
- Holm-Nielsen, Lauritz. *Cómo insertar los países en la sociedad del conocimiento para mejorar su competitividad*. ([2004]: Caracas) I Seminario internacional sobre políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas [2004a]. *Índice para la medición de Grupos de Investigación Científica, Tecnológica o de Innovación*. Bogotá: Colciencias.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas [2004b]. *Determinación de áreas estratégicas para la puesta en marcha de la Política de Centros de Investigación de Excelencia. Documento Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CNCyT, 03*. Bogotá: Colciencias.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas [2006] Las Áreas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación: Apuesta de Colombia por el conocimiento de excelencia y pertinente para el desarrollo humano y social, *Dirección General, Subdirección de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico, Subdirección de Programas de Innovación y Desarrollo Empresarial*, Bogotá: Colciencias.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas [2005b, octubre]. *Inversión, logros y reglas de juego en el SNCyT*. Bogotá: Colciencias, Dirección General, Subdirección de Programas Estratégicos del Instituto.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas [2005c, diciembre]. *Política de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica hacia las Regiones*. Bogotá: Colciencias, Oficina de Regionalización del Instituto.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas [2005] Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica, Proyección a una década, *Dirección General, Subdirección de Programas de Innovación y Desarrollo Empresarial*, Bogotá: Colciencias.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología [2005]. *Plan Estratégico del Programa de Desarrollo Industrial y Calidad 2005-2015*. Bogotá: Colciencias, Subdirección de Innovación y Desarrollo Empresarial.

- International Institute for Management Development [2005]. *World Competitiveness Yearbook*. Lausanne, Susiza: IMD.
- Interacademy Council [2004]. *Inventing a better future: A strategy for building worldwide capacities in science and technology*. Amsterdam: IAC.
- Jaramillo, Hernán; Lugones, Gustavo y Salazar, Mónica [2000]. *Manual de Bogotá: Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: Red Iberoamericana de Indicadores de CyT-Colciencias-CyTED-Secretaría del Convenio Andrés Bello y OCyT.
- Landon-Lane, John S. y Peter E. Robertson. [2003, abril] *Accumulation and Productivity Growth in Industrializing Economies*. Rutgers University - The University of New South Wales. (Periódico preparado por la Royal Economic Society Conference), Warwick: University of Warwick.
- Laursen, Keld [1998]. *How Structural Change Differs, and Why it Matters (for Economic Growth)*, s. l., s. n. DRUID Working Paper 1998-25.
- Lewis, Arthur [1954]. *Economic Development with Unlimited Supplies of Labour*. Manchester: School of Economic and Social Studies, Vol. 22, pp. 139-191.
- López, Cecilia [2005]. *Transformación social: el verdadero reto*. (Documento de trabajo), Bogotá: Colciencias, Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial.
- Medina Vásquez, Javier [2005a]. *Aterrizando la sociedad y la economía del conocimiento: desafíos para Colombia*, Bogotá: Colciencias, Programa Colombiano de Prospectiva Tecnológica e Industrial.
- Medina Vásquez, Javier [2005b]. *¿Por qué no prospera el país? Escenarios y estrategias de transición hacia una sociedad y economía del conocimiento*. Bogotá: Colciencias, Programa Colombiano de Prospectiva Tecnológica e Industrial.
- Medina Vásquez, Javier [2006a]. *América Latina en la transición hacia una sociedad y economía del conocimiento*. Bogotá: Colciencias, Programa Colombiano de Prospectiva Tecnológica e Industrial.
- Medina Vásquez, Javier [2006b]. *Conocimiento para la transformación productiva y social. Claves para nueva Agenda de Desarrollo para Colombia*. Bogotá: Colciencias, Programa Colombiano de Prospectiva Tecnológica e Industrial.
- Mokyr, Joel [1990]. *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Nueva York: Oxford University Press.
- National Science Foundation [2004]. *Science and Engineering Indicators*. Arlington: NSF.
- Nelson, R. and Pack, H. *The Asian miracle and modern growth theory*, Londres: The Economic Journal, Vol. 109, Núm. 457, julio de 1999, p. 416-436.
- Nelson, Richard and Gavin Wright. *The Rise and Fall of American Technological Leadership: The Post-war Era in Historical Perspective*, s. l., Journal of Economic Literature. Vol. XXX, Núm. 4, diciembre de 1992, pp. 1.931-1.964 .
- Ocampo, José Antonio y Martín, Juan (editores) [2003]. *Globalización y desarrollo. Una reflexión desde América Latina y el Caribe*. Bogotá: CEPAL - Alfaomega.

- Oportunidad Estratégica (2006) *La Oferta y la Demanda de Formación Avanzada en Colombia* (Documento borrador para discusión), Colciencias - DNP.
- Oportunidad Estratégica (2006) *Memorias del dialogo: ¿Cómo elevar la Oferta y Demanda de Formación Avanzada en Colombia?*, Colciencias - DNP.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. [1993]. *Manual de Frascati*, s. I. OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [1997]. *Oslo Manual. The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Bruselas: Comisión Europea, Eurostat. OCDE.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología [2004]. *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2004*. Bogotá: OCyT.
- Orozco Silva, Luis E. et al. *Proyecto de Informe de la Educación Superior en Iberoamérica. Informe Colombia*. Bogotá: Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA). 1 de julio de 2006.
- Pasinetti, Luigi [1981]. *Structural Change and Economic Growth: A theoretical essay on the dynamics of the wealth of nations*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Pérez, Carlota. [1983] *Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems*, s. I. Futures, Vol. 15, Núm. 5, pp. 357-375.
- Porter, Michael [1985]. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Nueva York: The Free Press.
- Porter, Michael [1990]. *The Competitive Advantage of Nations*. Nueva York: The Free Press.
- Putnam, Robert. *Bowling Alone: America's Declining Social Capital*. 'Bowling Alone: America's Declining Social Capital'. Journal of Democracy, Vol. 6, Núm. 1, January [1995], p. 65-78.
- Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología [2004]. *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2004*. Buenos Aires: RICyT.
- Romer, Paul. *Endogenous Technological Change*, Chicago: Journal of Political Economy. Vol. 98, Núm. 5, pt. 2, octubre de 1990. pp. S71-S102.
- Schumpeter Joseph A. [1912]. *The Theory of Economic Development*. Leipzig: Duncker and Humboldt. English ed: Cambridge: Harvard University Press, 1934.
- Syrquin, Moshe [1988]. *Patterns of structural change*, in Hollis Chenery & T.N. Srinivasan (ed.) Amsterdam: Handbook of Development Economics, Elsevier Science Publishers:. Chapter 07, pp. 203-273.
- Torres, R. et al. [2004]. *Propuesta Técnica para la Formulación de una política en acceso y aprovechamiento de los Recursos Genéticos en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Utría, Rubén [2002]. *El desarrollo de las naciones. Hacia un nuevo paradigma*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Economistas - Alfaomega.
- Utría, Rubén D. [2004]. *La Regionalización del Desarrollo Científico y Tecnológico* (Informe de Asesoría). Bogotá: Colciencias, Oficina de Regionalización. 2004.
- Utría, Rubén [2005]. Documentos varios de la Consultoría sobre análisis del Programa de Regionalización. Bogotá: Colciencias.
- Utría, Rubén [2006]., *El desarrollo científico y tecnológico y su planificación*. Informe de Asesoría. Programa de Prospectiva del Desarrollo Científico y Tecnológico. Bogotá: Colciencias.
- Zamudio, Gabriel y Medina, Javier [2005]. *Hacia un nuevo modelo productivo y social basado en la generación del conocimiento*. Separata Innovación y Desarrollo Empresarial, Diario Portafolio, viernes 23 de diciembre.