Documento Conpes

3582

Consejo Nacional de Política Económica y Social
República de Colombia
Departamento Nacional de Planeación

POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Colciencias
Sena
Ministerio de Educación Nacional
Ministerio de Defensa Nacional
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Ministerio de Comunicaciones
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Ministerio de Relaciones Exteriores
Ministerio de la Protección Social
Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Ministerio de Minas y Energía
Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional
Superintendencia de Industria y Comercio
ICETEX
Departamento Nacional de Planeación – Dirección de Desarrollo Empresarial

Versión aprobada

Bogotá, D.C., 27 de abril de 2009

Resumen

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTeI) han sido identificadas por la sociedad colombiana como fuente de desarrollo y crecimiento económico. Utilizar esta vía de desarrollo requiere de una política de Estado con estrategias que incrementen la capacidad del país para generar y usar conocimiento científico y tecnológico. Este documento contiene la política del Estado colombiano para incrementar dicha capacidad y por esa vía generar desarrollo económico y social basado en el conocimiento. En ese sentido, es una política que define el financiamiento y/o la ejecución coordinada de actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) por parte de los agentes que componen el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI).

Para alcanzar ese objetivo el Estado colombiano ha diseñado seis estrategias. La primera consiste en fomentar la innovación en el aparato productivo colombiano a través de un portafolio o conjunto integral de instrumentos que tenga los recursos y la capacidad operativa para dar el apoyo necesario y suficiente a empresarios e innovadores. El reto en esta estrategia es optimizar el funcionamiento de los instrumentos existentes, acompañado del desarrollo de nuevos instrumentos como consultorías tecnológicas, adaptación de tecnología internacional, compras públicas para promover innovación y unidades de investigación aplicada, entre otros.

El desarrollo del conjunto integral de instrumentos requiere de una segunda estrategia orientada a fortalecer la institucionalidad del SNCTeI, que tiene como punto de partida la aprobación de la ley 1286 de 2009 en la que se constituye el Fondo Francisco José de Caldas para la financiación de ACTI y se convierte a Colciencias en Departamento Administrativo. Entre las acciones que componen esta estrategia se encuentra la definición de un marco de inversión de mediano plazo en CTeI que junto con la planeación de largo plazo en CTeI permitan que Colombia aumente significativamente su inversión en ACTI. Asimismo, se resaltan dentro de esta estrategia el fortalecimiento de los programas nacionales del SNCTeI y la estructuración y puesta en marcha de sistemas de información en CTeI.

Esta política requiere de un recurso humano capaz de generar y usar el conocimiento para la generación de riqueza. Es por ello que la tercera estrategia consiste en fortalecer el recurso humano para la investigación y la innovación. En esta estrategia se destaca la ruptura de los bajos niveles de formación avanzada en el país a través del proyecto de inversión "Capacitación de Recursos Humanos para la Investigación" propuesto por Colciencias, que

permitirá aumentar el número de doctores del país. Esto se acompañará con un conjunto de acciones orientadas a utilizar el sistema educativo para el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y de innovación.

El conocimiento no solo tiene la capacidad de resolver problemas de carácter científico o empresarial; este tiene un alcance mayor en la medida que ofrece soluciones a la sociedad en general. Con el fin de hacerla partícipe en el desarrollo científico y tecnológico del país, la cuarta estrategia de política consiste en promover la apropiación social del conocimiento, a través de su difusión en medios de comunicación y formación de mediadores de CTeI, así como el apoyo a entidades que cumplen con esta labor.

La quinta estrategia es focalizar la acción del Estado en el desarrollo de sectores estratégicos en el largo plazo, que se caractericen por la producción de bienes y servicios de alto contenido científico y tecnológico, y por ende, de alto valor agregado. Esta focalización es necesaria para alcanzar alto impacto y evitar dispersión de recursos y se materializará a través de priorizar en los instrumentos y programas las áreas estratégicas de energía y recursos naturales, biotecnología, salud, materiales y electrónica, tecnologías de información y comunicaciones, logística y diseño y construcción de ciudadanía e inclusión social.

Por otro lado, la transformación del país en materia de CTeI será el resultado de un trabajo conjunto de las regiones que lo componen, y que en muchos casos carecen de las capacidades para insertarse en la estrategia de desarrollo nacional. Es por esto que la sexta estrategia consiste en desarrollar y fortalecer las capacidades en CTeI a través del diseño y ejecución de planes de cooperación para la investigación, el fortalecimiento de los sistemas regionales de CTeI, la adquisición de equipos robustos y el desarrollo mutuo de capacidades institucionales y humanas con los países de la región, entre otras acciones.

La ejecución de estas estrategias marcará un cambio en el proceso de desarrollo económico y social del país, que se reflejará inicialmente en alcanzar una acción articulada de las entidades públicas en ejecución de política y de recursos. Con base en la acción coordinada de los agentes del SNCTeI, será posible aumentar la inversión del país en ACTI, que llegará a representar el 2% del PIB en el año 2019. El aumento gradual de la inversión permitirá que Colombia en el año 2012 esté graduando cada año con apoyo del Estado a por lo menos 500 doctores en áreas estratégicas del conocimiento. El recurso humano junto con la inversión en ACTI y la coordinación de política permitirán que a través de la innovación el valor agregado de

la canasta exportadora de Colombia[1] en el 2019 llegue a 17.500 dólares per-cápita, valor al cual convergerá el ingreso per-cápita de los colombianos.

Clasificación: T251, P851, J241, J251

Palabras Claves: Ciencia, tecnología, innovación, educación, institucionalidad, focalización, apropiación social.

[1] Medido indirectamente a través de la sofisticación de los productos que la componen, como lo plantean Hausmann, Ricardo y Bailey Klinger (2007)

Tabla de Contenido

I. INTRODUCCIÓN 5

II. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 6

III. MARCO CONCEPTUAL 8

IV. DIAGNÓSTICO 10

1. Bajos niveles de innovación de las empresas 11

2. Débil institucionalidad en el SNCTeI 15

3. Insuficiente recurso humano para la investigación y la innovación. 19

4. Baja apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. 27

5. Ausencia de focalización en áreas estratégicas de largo plazo. 29

6. Disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas 31

V. OBJETIVOS 35

1. Fomentar la innovación en los sistemas productivos. 36

2. Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. 40

3. Fortalecer la formación del recurso humano para la investigación y la innovación. 43

4. Promover la apropiación social del conocimiento 48

5. Focalizar la acción pública en áreas estratégicas. 50

6. Desarrollar y fortalecer capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación. 52

VI. RECOMENDACIONES 55

VII. REFERENCIAS 65

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades científicas, tecnológicas y de innovación (ACTI) en Colombia han sido desarrolladas por una gran diversidad de actores, que interactúan desde 1968 bajo lo que se denomina el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI)[2]. Pasadas ya cuatro décadas, es importante reconocer los logros en cuanto a la estructuración de una institucionalidad propia, para luego identificar las limitaciones existentes con el ánimo de impulsar una nueva etapa de la política.

La situación actual del Sistema se puede calificar como el resultado de un desarrollo sostenido, que ha conducido a la construcción de un entramado institucional, el cual ha mostrado continuidad y avances importantes. Algunos de dichos avances en los últimos 15 años, son: i) el aumento de recurso humano altamente capacitado; ii) los grupos y centros de investigación que mantienen una tradición gracias a la cual han alcanzado reconocimiento internacional; iii) el creciente número de alianzas entre grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico, universidades y empresas que han alcanzado innovaciones que producen mayor competitividad para esos sectores; iv) el creciente número de empresas que acceden a los distintos instrumentos de apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico; y v) iniciativas para crear y enriquecer la cultura ciudadana alrededor de ciencia, tecnología e innovación a través de estrategias de apropiación.

Sin embargo, ese proceso de desarrollo ha sido lento e insuficiente para las necesidades y las demandas del país en la materia. Esto se hace evidente en que la actividad científica del país, medida en términos de publicaciones, formación de personal altamente calificado, y patentes, entre otros, así como la dinámica empresarial colombiana sigue estando a la zaga de otros países de la región. El Sistema tiene seis grandes limitantes: i) bajos niveles de innovación de las empresas, ii) débil institucionalidad del sistema, iii) escasez de recurso humano para realizar investigación e innovación, iv) ausencia de focalización de la política en áreas estratégicas, v) baja apropiación social del conocimiento y disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas, lo que en conjunto genera una vi) baja capacidad para generar y usar conocimiento. Cada uno de estos elementos será abordado con propuestas de

[2] Antes de la expedición de la ley 1286 de 2009 se conocía como Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT).

acuerdo con las posibilidades presupuestales de las entidades involucradas y con énfasis en el impacto conjunto que puedan lograr.

El reto consiste en articular políticas, programas, acciones y voluntades de los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI), en particular del sector público, para consolidar una Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, como una política de Estado en busca de lograr "Identificar, producir, difundir**,** usar e integrar el conocimiento para apoyar la transformación productiva y social del país".

II. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El proceso de desarrollo institucional de la Ciencia y la Tecnología (CyT) en Colombia ha pasado por tres grandes etapas (DNP y Colciencias (2006)). La primera entre 1968 y 1989, que se enfocó hacia la formación de recurso humano y de grupos de investigación, esfuerzo que generó logros para el país en formación de científicos; la segunda entre 1990 y 1999, en la que se promulga la ley de Ciencia y Tecnología y se constituye el Sistema Nacional de Innovación. Finalmente del 2000 a la fecha sigue una etapa de consolidación en la que se ponen las capacidades creadas al servicio del desarrollo económico y productivo del país. A lo largo de estas etapas el Sistema ha adquirido un marco legal y un marco de política, que han contribuido de manera significativa a la construcción de institucionalidad.

i) **El marco legal** del cual parte el apoyo a la actividad científica y tecnológica en Colombia data de 1968 y se fortalece a comienzos de los 90 con la Ley 29 de 1990 y los Decretos Ley 393, 585 y 591 de 1991. En este mismo año la Constitución en el artículo 70 estableció "que el Estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica, artística y profesional,…". De otra parte en el artículo 71 agrega "El Estado creará incentivos para personas e instituciones que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología y las demás manifestaciones culturales y ofrecerá estímulos especiales a personas e instituciones que ejerzan estas actividades". Recientemente se expidió la Ley 1286 de 2009, "por la cual se modifica la ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en departamento administrativo, se fortalece el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones".

ii) **El marco de política** de Ciencia y Tecnología tomó fuerza con las Misiones de Ciencia y Tecnología de los años 1990 y 1993, en donde se revisaron entre otros insumos diversos documentos elaborados por Colciencias como los planes de los programas nacionales de CyT desarrollados en los 80s. A partir de las recomendaciones de esos informes, se formuló el primer Conpes de Ciencia y Tecnología (2739 de 1994, "Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1996")[3]. Posteriormente, se han desarrollado otros documentos que han contribuido a la construcción del marco de política de ciencia y tecnología, de planeación y visión de mediano y largo plazo (planes de desarrollo, visión 2019 de ciencia, tecnología e innovación), como de política económica (Conpes de ciencia y tecnología, Política Nacional de Fomento a la investigación y la Innovación Colombia construye y siembra futuro, Conpes de competitividad). Adicionalmente, la Comisión Nacional de Competitividad ha reconocido que la CTeI es la base de la política de productividad y competitividad, y en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 se ha identificado la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) como una dimensión especial del desarrollo. Todos estos documentos contienen el consenso general que el país tiene sobre los lineamientos generales de política de ciencia, tecnología e innovación.

La ejecución de las acciones propuestas en estas políticas ha permitido que el país tenga un avance en el desarrollo de sus capacidades científicas, tecnológicas e innovadoras. Sin embargo, el avance no ha sido el esperado; hoy día, muchos de los limitantes identificados en diagnósticos pasados aún persisten. En particular, el DNP y Colciencias (2006) sostienen que el SNCyT tiene problemas en su funcionamiento que se relacionan con bajos niveles de innovación de las empresas, débil institucionalidad del sistema, escasez de recurso humano para realizar investigación e innovación, ausencia de focalización de la política en áreas estratégicas, baja apropiación social del conocimiento y disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas, lo que en conjunto genera una baja capacidad para generar y usar conocimiento. Estos problemas se convierten en obstáculos para el desarrollo del país, lo que hace necesario concertar entre las instituciones del sistema una intervención estatal que plantee estrategias para superar dichos problemas. En ese sentido, se necesita una política que identifique y coordine las acciones de las instituciones públicas que asignan recursos para actividades de investigación y de innovación, buscando elaborar una agenda agregada que permita crear las condiciones para que

[3] En este Conpes se identificaron diversos limitantes al desarrollo científico y tecnológico, como el cultural e institucional, económico y financiero, y organizacional y de gestión, y se plantearon algunas políticas de ciencia y tecnología diseñadas para superar esos limitantes

el conocimiento tenga una **función instrumental en la generación de riqueza y bienestar social.**

III. MARCO CONCEPTUAL

La elaboración conjunta de la política muestra la innovación como un proceso que depende en gran medida de la investigación pero no exclusivamente de ella. Se reconoce aquí que la innovación es la "introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar del trabajo o las relaciones exteriores" (OECD (2005a)). Esta definición resalta que a diferencia de una invención, la introducción en el mercado es lo que realmente distingue a una innovación y por ello el interés de la política en promover la innovación para modificar la competitividad del país.

En el contexto del SNCTeI, la innovación es un proceso social, basado en la producción e intercambio de conocimiento entre múltiples actores, internos y externos a las organizaciones. De acuerdo con lo anterior, la innovación puede darse en una empresa aunque no invierta intencionalmente en actividades de innovación, o podría darse en una universidad o un centro de investigación que lleve sus invenciones al mercado. La innovación es el producto de una red de agentes sociales que involucra desde los proveedores de bienes y servicios hasta los usuarios y clientes y no solo el resultado de la acción de las empresas o de los centros de investigación y desarrollo tecnológico de manera aislada.

Adicionalmente, cuando se habla de investigación en este documento, se hace alusión al proceso de investigación y desarrollo experimental (I+D) definido como el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de los conocimientos humanos, culturales y sociales y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones en todos los campos de la ciencia y la tecnología, e involucra la investigación básica, aplicada y el desarrollo experimental (OECD (2002)).

La I+D hace parte de un conjunto más grande de actividades relacionadas con la generación y uso del conocimiento, conocidas como actividades científicas y tecnológicas. Estas incluyen, además de I+D, la enseñanza y la formación de científicos e ingenieros, y los servicios científicos y tecnológicos. Dentro de la primera se encuentra la educación y formación de

recursos humanos en la que se incluyen todas las actividades de enseñanza superior y formación especializada no universitarias, de enseñanza superior y formación que conduzcan a la obtención de título universitario, de formación y perfeccionamiento postuniversitario y de formación organizada y permanente de científicos e ingenieros. En cuanto a los servicios científicos y tecnológicos, estos comprenden las actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo experimental que contribuyen a la producción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos. Dentro de esta categoría se encuentran los servicios de información científica y técnica, recopilación de datos, ensayos y normalización, estudios de viabilidad, trabajos administrativos y jurídicos relativos a patentes y licencias, estudios rutinarios sobre aplicación habitual de conocimientos médicos especializados, estudios relacionados con política y actividades rutinarias de desarrollo de software. Las actividades científicas y tecnológicas, junto con las asociadas al concepto de innovación presentadas anteriormente, son las que se denominarán como ACTI.

Los conceptos anteriores constituyen el objeto de la política, es decir el centro de las acciones que se propone abordar para contribuir a la solución de la problemática identificada y avanzar en la construcción de otros consensos acerca del modelo de operación de un sistema que involucre ciencia, tecnología e innovación entendido como "el conjunto de actores y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de nuevo, y económicamente útil, conocimiento" (Lundvall, B.-Å (1992)).

La justificación de la intervención requiere también un consenso acerca del enfoque conceptual. La intervención del Gobierno en forma de regulación e incentivos se justifica en el ámbito de la política de ciencia, tecnología e innovación por la existencia de fallas de mercado que ocasionan una subinversión de los agentes privados en actividades científicas, tecnológicas y de innovación. La literatura económica reconoce tres fallas de mercado que pueden conducir a niveles de inversión en ACTI inferiores a lo óptimo:

1. El conocimiento como bien público[4]. El hecho de que un empresario no se pueda apropiar de todos los resultados de la inversión en generación de conocimiento hace que no tenga suficientes incentivos para invertir.
2. La tecnología es claramente un bien afectado por problemas de información imperfecta[5] – y de barreras a la entrada – dado que los costos e infraestructura necesarios no siempre están al alcance de todos.
3. La incertidumbre acerca de los costos y beneficios de la investigación y sus resultados. Esta incertidumbre reduce y en algunos casos elimina del todo la inversión en ACTI.

Por último, cuando se hace referencia en este documento a transferencia de tecnología, se entiende como el proceso mediante el cual se hace accesible todo el conjunto de habilidades y conocimientos a quienes no generan el conocimiento.

IV. DIAGNÓSTICO

Los diferentes estudios (DNP y Colciencias (2006), DNP (2007), Colciencias (2008)) señalan que en materia de CTeI, el problema central ha sido la baja capacidad del país para identificar, producir, difundir, usar e integrar conocimiento. Esta problemática está asociada con i) bajos niveles de innovación de las empresas, ii) débil institucionalidad en el SNCTeI, iii) insuficiente recurso humano para la investigación y la innovación, iv) baja apropiación social de la ciencia y la tecnología, v) ausencia de focalización en áreas estratégicas de largo plazo y vi)

[4] "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." Tomado de DNP y Colciencias (2006).

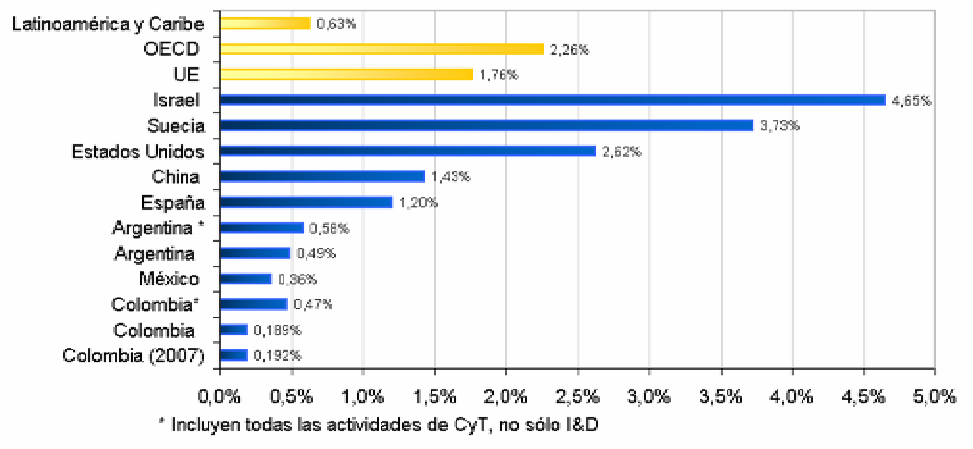
[5] Larraín, Felipe (2006) explica que las asimetrías de información ocurren porque quienes administran los proyectos manejan un nivel de información muy superior a quienes los financian, lo cual eleva el riesgo de la inversión debido a posibles comportamientos oportunistas.

disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas. A continuación se presentará una descripción de cada uno de estos factores y su relación con la problemática central.

1.Bajos niveles de innovación de las empresas

La innovación está relacionada con inversiones en ACTI tanto del sector privado como del sector público. Según el Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT (2007)), en 2006 la inversión de Colombia en Investigación y Desarrollo (I+D) era 0,18% del PIB, y en ACTI cercana al 0,47%, valores que son muy bajos comparados con estándares internacionales, como se observa en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Inversión en I+D como porcentaje del PIB, 2006



Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICyT, National Science Foundation y OCyT

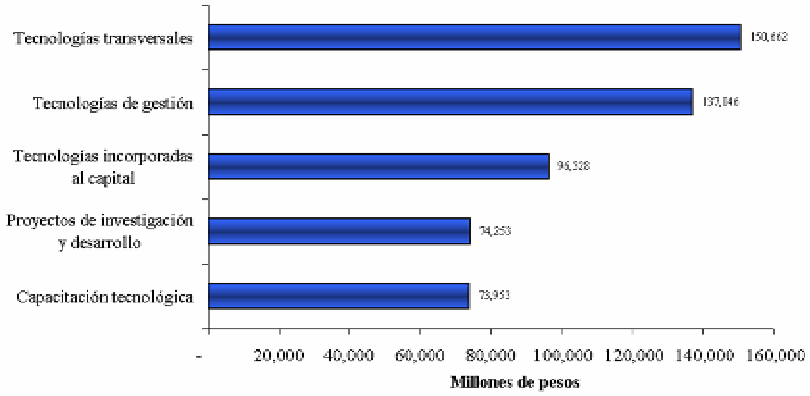
La g muestra que Colombia tiene un rezago importante en inversión en ACTI y en I+D, frente a otros países de Latinoamérica y del resto del mundo. Además, el país aún está lejos de la inversión del 2% del PIB que recomendó la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo para que una nación sea viable (DNP y Colciencias (2006), Misión Ciencia, Educación y Desarrollo (1993)) o incluso del 1% que establece el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. La mayor parte de esta inversión es realizada por el sector público, y una proporción menor por el sector privado (55% frente a 45% en el caso de ACTI), que contrasta con lo que ocurre en países desarrollados, en los que la inversión pública es la que tiene menor participación (38% frente a 62% en el caso de I+D).

Si se considera la inversión de las entidades del nivel central, los cálculos disponibles indican que con Presupuesto General de la Nación se financian ACTI por valor de 0,9 billones de

pesos en el año 2008 (DNP (2008)). Para alcanzar el 1% que se ha fijado como meta para el año 2010, la inversión de las entidades del nivel central debería alcanzar al menos 1,8 billones de pesos, de tal manera que apalanque recursos de las empresas, las instituciones de educación superior y demás entidades del sistema y que conjuntamente se alcance la meta.

En cuanto a la inversión privada, la segunda Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica – EDIT II (DANE, DNP y Colciencias (2005)) evidencia los bajos niveles de innovación en las empresas de la industria, representados en la inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI). Al analizar la inversión de estas empresas por tipos de ACTI, se encuentra que se destina poco a Investigación y Desarrollo comparado con lo que se destina a otros componentes de la inversión, como lo muestra la Gráfica 2.

Gráfica 2. Composición de la inversión privada en ACTI (2004) en el sector manufacturero



Fuente: EDIT II. Cálculos DNP-DDE. La cifra de inversión solo tiene en cuenta las variables que el OCyT considera son ACTI.

En el caso del sector agropecuario, los bajos niveles de innovación en los sistemas productivos se evidencian principalmente en la poca adopción de nuevas tecnologías, lo cual se relaciona con las limitaciones en el acceso a ellas y la resistencia cultural a su adopción, particularmente por parte de los pequeños productores. Este comportamiento se asocia, entre otras cosas, con la alta percepción del riesgo que involucra este tipo de cambios. Lo anterior se traduce en bajos rendimientos físicos en las unidades productivas, particularmente las de los pequeños productores. Por ejemplo, en 2007[6], un productor pequeño de papa[7] alcanzaba

[6] Cálculos DDRS sobre la base de datos costos en el componente de insumos del Sistema de Oferta Agropecuaria – CCI 2007.

[7] Esta información hace parte de los datos correspondientes a la región Cauca – Nariño.

rendimientos promedio 17, 3 ton/ ha, mientras que un productor mediano lograba rendimientos, de 29,3 ton/ha. Este caso es similar en la producción de maíz tradicional[8]: un productor pequeño logró en 2007 2,5 ton/ha, mientras que uno mediano alcanzó rendimientos por 3,43 ton/ha[9].

Considerando, la difícil panorámica en cuanto a innovación en el sector agropecuario, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha buscado dinamizar la inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación, es así como en el período 2004 – 2008, se realizaron convocatorias públicas de cofinanciación a alianzas entre el sector productivo e investigador en demandas tecnológicas de las cadenas que sumaron $450 mil millones, 76% de los cuales corresponden a los dos últimos años. Las fuentes de estos fondos provienen del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y de algunos fondos parafiscales por valor de $209 mil millones[10] y los ejecutores de los proyectos que aportan contrapartida por el monto restante. Con los recursos asignados, se ha dado cobertura aproximadamente al 50% de las líneas estratégicas derivadas de los limitantes tecnológicos, identificadas a través de 174 ejercicios de demanda realizados en diferentes regiones del país y de las agendas prospectivas de investigación de las diferentes cadenas[11].

Así mismo, a través del Programa Agro Ingreso Seguro, desde 2007 se vienen implementado instrumentos que faciliten los procesos de innovación en las unidades productivas, como el fortalecimiento del Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) y la creación del incentivo a la asistencia técnica a través del programa Agro, Ingreso Seguro - AIS dirigido a las actividades agrícola, pecuaria, acuícola y/o forestal, y con el cual se financia el 80% de dicho rubro, que permite a Universidades o Empresas desarrollar dicho mercado.

De otra parte, la primera Encuesta de Percepción de los colombianos sobre ciencia y tecnología (Colciencias (2005a)) indica que solo el 20,5% de los empresarios encuestados mostraron interés en estas actividades. Este resultado hay que interpretarlo dentro del trabajo de

---

[8] Esta información hace referencia a los datos de la región Costa Atlántica.

[9] Otra manera de evidenciar los bajos niveles de innovación en las unidades productivas agropecuarias es el escaso uso de servicios de asistencia técnica, en 2006 sólo el 8% de las fincas usaron servicios de asistencia técnica (ENA). Adicionalmente, la información sobre qué cultivar, en la mayoría de los casos, provino de fuentes informales (Midas, 2007). Esto también se observa en el escaso uso de semilla y material reproductivo de calidad, en el año 2006 tan solo el 23,6% de la superficie sembrada fue con semilla certificada (MADR, 2006).

[10] Estos recursos se suman a los asignados por Colciencias en diferentes convocatorias por valor de $52 mil millones.

[11] Las causas por las cuales aún no se ha atendido el 50% restante obedecen principalmente a la disponibilidad de recursos, a la capacidad de la oferta disponible y a la necesidad de ir generando respuestas en varias fases de investigación

Lundvall, B.-Å (1992), el cual resalta que la baja demanda por ACTI en un país puede ser no solo por las fallas de mercado ya mencionadas sino también por su patrón de especialización productiva. Esto significa que para fortalecer la demanda por ACTI en Colombia, es necesario apoyar dos procesos: la sofisticación de los sectores existentes hacia productos de mayor valor agregado y la diversificación del portafolio productivo del país hacia nuevos sectores con mayor demanda por ACTI.

Otro factor que afecta la innovación es la existencia de obstáculos que impiden el acceso de algunas empresas a los mercados de crédito y adquisición de infraestructura y/o equipos necesarios para involucrarse en actividades de investigación que conduzcan a innovaciones. Al respecto, el estudio de Langebaek, Andrés y Diego Vásquez (2007) encuentra, para una muestra de empresas, que las más grandes destinan una proporción mayor de sus recursos a actividades relacionadas con innovación, lo cual se puede explicar por la presencia de economías de escala, mayor capacidad de las empresas grandes para atraer recursos de capital[12] y acceder a los instrumentos de política pública (fácil acceso a financiación de ACTI), y por la existencia de escalas mínimas eficientes para realizar esfuerzos de innovación. Si se tiene en cuenta que según la Encuesta Anual Manufacturera (2004) sólo el 9,4% de las empresas se pueden clasificar como grandes, se sugiere que la mayor parte del aparato productivo colombiano enfrenta obstáculos en el acceso a financiación, lo que afecta la financiación de proyectos de ACTI en las empresas.

En relación con el acceso a los instrumentos de política pública diseñados para apoyar a las empresas en la financiación de ACTI, existen obstáculos tanto a la oferta como a la demanda, que limitan la capacidad de innovación del aparato productivo. Por el lado de la oferta, el documento Conpes 3280 (DNP y MCIT (2004)) identifica cinco problemas de los instrumentos: falta de articulación, bajo nivel de difusión y promoción, inadecuada focalización, falta de seguimiento y evaluación y desconocimiento de los resultados finales. En cuanto a la demanda, se ha identificado una escasa conciencia de la importancia de la innovación para la mejora de la competitividad en las propias PYMES, un desconocimiento del concepto de actividades de innovación, que tiende a confundirse con modernización o reconversión tecnológica, y un

[12] La EDIT II muestra que el 92,1% de las empresas pequeñas utiliza recursos empresariales como fuente de financiamiento, mientras que para las empresas grandes esta proporción se reduce a 81,2%. Además, solo 13,5% de las empresas pequeñas utilizan el crédito privado como fuente de financiación, porcentaje que aumenta a 46,7% para las grandes. Estas cifras evidencian la mayor capacidad de las empresas grandes para atraer recursos de capital.

desconocimiento de los mecanismos de solicitud de incentivos o instrumentos ofrecidos por el Estado[13].

2.Débil institucionalidad en el SNCTeI

Una institucionalidad fuerte del SNCTeI garantiza el flujo adecuado de conocimiento, de lo cual depende que el sistema opere exitosamente (OECD (1997), OECD (2005b)). Esta se determina, entre otras cosas, por la firmeza de las relaciones sector público – universidad – empresa[14], el grado de coordinación en la programación y ejecución de ACTI, la coincidencia entre necesidades y soluciones entre universidad, empresa y sector público y la efectividad de los mecanismos de apoyo e incentivos que ofrece el Estado a la realización de ACTI.

Al respecto, Colciencias (2008) señala que el SNCTeI y sus instancias, no han logrado su objetivo plenamente, lo que se ha reflejado en que:

1. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCyT) no ha funcionado de manera efectiva como instancia de decisión nacional en CTeI ya que no ha existido en el pasado una decisión política que le dé la fuerza que se requiere para cumplir las tareas para las cuales fue creado, ni existen los instrumentos legales que hagan suficientemente vinculantes sus decisiones.
2. Los Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología (CPNCyT) han generado relaciones desiguales entre sus miembros (se menciona que estos consejos tienen un sector académico fuerte y muy participativo, un sector productivo prácticamente inexistente o pasivo y un Estado poco comprometido y en algunas ocasiones no adecuadamente representado).
3. Sólo algunos Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología (Codecyt) son operativos completamente y por ello la tarea que actualmente se adelanta en el apoyo de Colciencias al desarrollo de las agendas departamentales de CTeI, la inclusión de

[13] A pesar de las dificultades del aporte público a la CyT, se destaca el funcionamiento de los institutos INVEMAR, HUMBOLDT, IIAP y SINCHI creados como figuras mixtas en el marco del Sistema Nacional Ambiental.

[14] Algunos autores han recomendado utilizar el término investigación-empresa en vez de universidad-empresa, con el fin de no limitar la actividad de producción de conocimiento al ámbito de la universidad. Así, para efectos de este documento, universidad-empresa hace referencia a la relación entre oferta y demanda de conocimiento, y por tanto tiene un ámbito de aplicación más amplio.

estas en los planes de desarrollo departamentales y su articulación con las comisiones regionales de competitividad.

4. Si bien la ley 29 de 1990 contempla los mecanismos de coordinación de la actividad científica y tecnológica, su aplicación no ha sido fácil ni satisfactoria. A modo de ejemplo, por medio de los artículos 4º y 7º de dicha ley, se crean las bases para articular la inversión pública nacional en CTeI[15]. En la práctica, el desarrollo jurídico, procedimental y logístico para hacer factible esta tarea no ha sido concretado.

La relación universidad-empresa es otra parte fundamental en la institucionalidad del sistema. 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 calidad de instrucción recibida sino, en gran medida, por la efectividad con que este aprendizaje se ha vinculado a los procesos productivos en las empresas.

Las instituciones del SNCTeI han hecho esfuerzos por estrechar la relación universidad-empresa. En primer lugar, Colciencias viene trabajando desde mediados de los noventa, con la creación del instrumento de cofinanciación, a través del cual se apoyan proyectos colaborativos academia-empresa. Además, el Ministerio de Educación Nacional, desde el 2007, viene apoyando la creación y fortalecimiento de alianzas a través de los Comités Universidad Empresa Estado en Antioquia, Valle, Santander, Eje Cafetero y Bogotá y a partir de sus experiencias y aprendizajes se inició la formalización de los comités de la Costa, Tolima-Huila y Cauca-Nariño, los cuales facilitan el encuentro y la articulación de actores privados y públicos alrededor de las necesidades de las empresas y de las capacidades existentes en las universidades, es decir, hay importantes condiciones y voluntades construidas. Existe también un buen camino por recorrer, especialmente en temas relacionados con la propiedad intelectual, definición de socios estratégicos en el ámbito empresarial y científico, participación en la negociación de los contratos de I+D y de apoyo tecnológico, movilidad de investigadores dentro del sector empresarial y académico e impulso del espíritu emprendedor para el desarrollo económico local y nacional.

[15] 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.

El problema de la débil institucionalidad también ocurre dentro de los mismos grupos. Entre las entidades del Estado que hacen parte del SNCTeI el flujo de información es limitado, la articulación en términos de planeación y ejecución presupuestal de los recursos del Estado en CTeI es bastante limitada, lo cual se manifiesta en un presupuesto desarticulado y sectorizado que no ha logrado enfocarse al cumplimiento de objetivos comunes. Parte de las dificultades de coordinación entre las entidades públicas en CTeI se deben al bajo reconocimiento político del tema. Colciencias, por ejemplo, no participa en las instancias de primer nivel de Estado en las que tratan las decisiones más importantes en materia de política pública, las decisiones del CNCyT no han sido suficientemente vinculantes y los recursos para CTeI resultan ser exiguos e inestables. Existe también una falta de focalización y especialización de funciones en el sistema entre entidades públicas, lo que se evidencia en la formulación de política que se lleva a cabo conjuntamente por el CNCyT, Colciencias y DNP, y en que los instrumentos públicos de apoyo a la CTeI se ofrecen desarticuladamente por varias entidades dejando de lado posibles complementariedades.

Como en cualquier sistema, las fallas en uno de los componentes se relacionan con problemas en los demás y afectan el funcionamiento conjunto. En el caso del SNCTeI ocurre lo mismo, la desarticulación a nivel de Estado frente al tema de CTeI es visible en la limitada cantidad de recursos públicos disponibles para financiar y ejecutar ACTI. Al respecto, la Visión 2019 de CTeI (DNP y Colciencias (2006)) menciona:

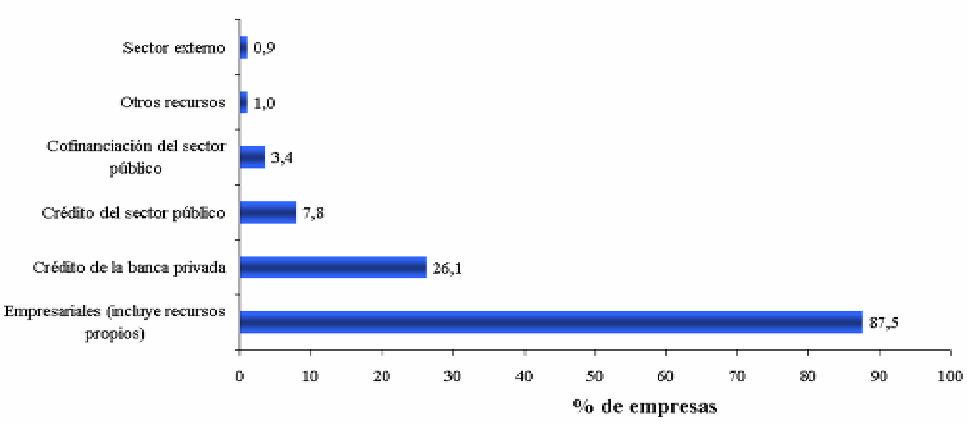
> "El financiamiento de la Ciencia y la Tecnología por parte del Estado se ha basado principalmente en los recursos de crédito externo y en las respectivas partidas del presupuesto nacional, razón por la cual Colciencias se ha visto afectada de manera especial, pues los recursos públicos, originados en apropiaciones del presupuesto nacional, han sido altamente vulnerables al ciclo fiscal."

Además de la dificultad para obtener recursos, hay una barrera importante para ejecutarlos, ya que el total de los recursos públicos para CTeI están sujetos a las normas del presupuesto nacional, las cuales contemplan vigencias anuales. Esto le impone rigidez a los recursos, lo cual riñe con la naturaleza de los proyectos de investigación e innovación que se caracterizan por ser de largo plazo, escalonados y de alto riesgo.

Otro problema que se presenta a nivel institucional y que guarda alguna relación con la disponibilidad de recursos públicos para CTeI es la baja cobertura de los instrumentos de política pública. La EDIT II muestra que el 65,6% de las empresas de la industria realizaron algún tipo

de inversión en actividades de ciencia y tecnología[16]. Tomando ese 65,6% de las empresas como universo, la Gráfica 3 muestra cuántas de esas empresas (en porcentaje) usaron cada una de las fuentes de financiamiento.

Gráfica 3. Porcentaje de empresas que usaron cada fuente de financiamiento



Fuente: Edit II. Cálculos DNP-DDE-GCTeI

Sin embargo, el problema no es sólo de recursos, también guarda relación con el inapropiado diseño y puesta en marcha de algunos de los instrumentos de política pública, pues si bien existen múltiples herramientas de apoyo, muchos se sobreponen entre sí, tienen baja cobertura y/o no logran el efecto para el que fueron diseñados. Dos estudios muestran evidencia de este tema. El primero es Mercer-Blackman, Valerie (2007)[17], que respecto a los incentivos tributarios anota:

- Su asignación es ineficiente, ya que no llegan a los proyectos que más lo necesitan. Es posible que el apoyo que ofrece el mecanismo no esté beneficiando a los proyectos más productivos.
- Las empresas que aplican a estos incentivos generalmente son empresas grandes, lo que evidencia barreras de entrada de las Pymes a este instrumento.

---

16 Entendidas aquí como se definen en el formulario de la EDIT, que es una definición más amplia que utiliza el OCyT. Es necesario usar esta definición debido a que el nivel de desagregación por fuente de financiación que requiere la cifra que se presenta no está disponible con la definición del OCyT.

17 Basado en Fedesarrollo (2005).

- Son muy pequeños, limitados y demasiado enfocados como para generar aumentos importantes en inversión en ACTI.

El segundo, es el realizado por Salazar, Juan Carlos (2007) que evalúa algunos instrumentos de financiación de actividades de innovación. Como resultado, encuentra que ni los instrumentos de política pública de apoyo directo ni los de apoyo indirecto tuvieron un efecto significativo sobre los niveles de innovación de las empresas.

Por otro lado, el SNCTeI carece de un sistema de evaluación. Actualmente el sistema tiene una escasa disponibilidad y confiabilidad de datos relacionados con CTeI. Esto se refleja en la falta de un conjunto de indicadores que midan el avance de las distintas instancias que hacen parte del sistema, y conduce a contar con pocas herramientas para la rendición de cuentas, la identificación de necesidades de recursos con focalización regional y/o sectorial y, en general, la toma de decisiones. Además, las evaluaciones de los instrumentos de política han sido parciales y temporales, de forma que el SNCTeI no cuenta con herramientas que permitan evaluar y hacer seguimiento sistemático a los instrumentos de política pública de CTeI.

Es importante señalar que la aprobación de la ley 1286 de 2009, posterior a la aprobación de este documento en el PreConpes es el punto de partida del fortalecimiento de la institucionalidad del SNCTeI. Las acciones orientadas a implementar la ley, complementadas con las estrategias de fortalecimiento institucional propuestas en este documento, permitirán superar las limitaciones mencionadas anteriormente.

3. Insuficiente recurso humano para la investigación y la innovación.

La capacidad de generar conocimiento de un país también está relacionada con las características de su recurso humano. La importancia de estrechar los vínculos entre el sistema educativo y la CTeI es innegable. Más de 20.000 colombianos que participaron en el "Plan Decenal de Educación 2006 - 2016" reiteraron que la educación y la CTeI son un componente esencial para dar respuesta a los desafíos que impone un modelo de desarrollo que debe ser incluyente y que tiene grandes retos en materia de competitividad. La clave en este proceso es incrementar la cobertura del sistema educativo en todos los niveles, desde la educación inicial hasta la formación doctoral, acompañado de mejoras permanentes en calidad.

Los esfuerzos del país en esta materia se reflejan en los aumentos de cobertura y calidad. En cifras, según el Ministerio de Educación Nacional, entre 2002 y 2007 el país pasó del 96,7% al 106,84% de cobertura bruta en educación preescolar y básica y del 57,43% al 70,65% en educación media. En educación superior la cobertura se incrementó del 24% al 33,3%. Estos incrementos en la cobertura han ido acompañados por estrategias para mejorar la calidad, como la definición de estándares de competencias, la aplicación de pruebas y la puesta en marcha de planes de mejoramiento.

No obstante estos avances, el reto aún es grande como lo evidencia el documento Visión Colombia 2019 (DNP (2005b)), según el cual para dicho año debemos alcanzar el 50% de cobertura en educación superior y de esta cobertura el 60% debe corresponder a estudiantes de nivel técnico y tecnológico. En cuanto a formación doctoral el país espera contar con 30% de profesores con título de doctorado y el 50% de estos docentes deberán estar vinculados a actividades de investigación.

Para ser competitivo en un mundo basado en la innovación, Colombia requiere aumentar su ritmo de producción de conocimiento, lo que implica contar con un grupo significativo de personas dedicado a actividades de ciencia, tecnología e innovación (DNP (2007)) y desarrollar las competencias de los trabajadores en todos los niveles. El SNCTeI cuenta con recurso humano insuficiente para hacer investigación e innovación en la magnitud que se requiere. Esta problemática tiene una relación directa con factores que se presentan a continuación.

a. El sistema educativo promueve de manera incipiente competencias científicas

Las competencias científicas son adquiridas y/o desarrolladas por el individuo en su paso por el sistema educativo y son la base para hacer investigación e innovación. Establecer el desarrollo de pensamiento científico como una competencia básica a desarrollar en todos los estudiantes es una tarea a abordar. Al respecto, el país ha establecido proyectos como ONDAS y Pequeños Científicos, que han concentrado sus esfuerzos en desarrollar competencias en los niños y jóvenes bajo la metodología de indagación. En el último año se han formado 4.171 docentes para un total 31.171 docentes que han participado en dichos programas. En los últimos 5 años, el Programa ONDAS ha tenido una cobertura de más de 600.000 niños.

Además, se han definido los estándares a obtener en esta competencia para la educación básica y media, y en el presente año se están discutiendo los de educación superior. En esa dirección se vienen alineando las pruebas: Saber, Estado y Ecaes, a la evaluación del desarrollo de la competencia. Con estas definiciones se ha logrado establecer una referenciación local e internacional de los avances del país en educación básica y media.

En las pruebas Saber, los resultados indican algunas mejoras en este tipo de competencias. En ciencias naturales en grado 5, se pasó de 49,3 en 2002 a 51,4 en 2005; en grado 9° se pasó de 56,2 en 2002 a 58,6 en 2005.

Los resultados en el Examen de Estado han presentado resultados mixtos. Al promediarse los resultados de biología, física y química se observa una leve disminución de los resultados del 2007 respecto al 2000 al pasar de 45 a 44,7. En el periodo se observan altibajos en los resultados y es así como en el 2006 el promedio de estas áreas fue de 46 puntos.

A nivel internacional, uno de los referentes para medir las competencias científicas son las pruebas PISA, que evalúan conocimientos, competencias y actitudes científicas de los estudiantes de 15 años en diferentes países[18]. En 2006, se aplicaron las pruebas PISA a jóvenes colombianos. Si bien es cierto que los resultados de la prueba evidencian la motivación de los jóvenes colombianos para proyectarse en el ámbito científico (los evaluados tuvieron puntajes altos en la subcompetencia de identificación de fenómenos científicos), el país está rezagado en otras competencias que tienen relación más directa con procesos de innovación, como son explicar sucesos científicos y usar evidencia científica.

Como lo evidencian estas cifras, es necesario que un mayor número de niños y jóvenes hagan parte de estos y otros programas que apunten a desarrollar las competencias científicas, matemáticas y tecnológicas para que el estudiante construya un aprendizaje frente a la investigación y que se aproxime al conocimiento a través de la indagación.

En educación superior, la información del Observatorio Laboral del Ministerio de Educación Nacional muestra que, de los 884.893 títulos entregados por las instituciones de

---

[18] Específicamente, PISA (Program for International Student Assessment) es un estudio comparativo que evalúa los conocimientos, competencias y actitudes de los estudiantes de 15 años, en Matemáticas, Ciencias, y Lectura. Cada ciclo de PISA, que se aplica trianualmente desde 1997, tiene un énfasis diferente. En 2006 el énfasis fue en Ciencias, es decir, evaluó competencias científicas. La participación en los distintos ciclos hace posible que los países hagan seguimiento del progreso de su sistema educativo. Estos conceptos y cifras sobre los resultados fueron tomados de Colombia en PISA 2006.

educación superior colombianas entre 2001 y 2007, menos del 3% son en áreas de formación relacionadas con ciencias básicas como matemáticas, ciencias naturales, agronomía y veterinaria.

b. Formación para el trabajo insuficiente y no pertinente

Tanto en el Plan Decenal, como en el Plan Sectorial y el CONPES 3527 (Política de competitividad y productividad) se asigna al sector de la educación superior un papel decisivo para el desarrollo de destrezas laborales y formación de recurso humano altamente calificado, orientado a los sectores estratégicos para el desarrollo del país.

Al revisar el comportamiento de los egresados de la educación superior entre el período 2002–2007 en el Observatorio Laboral para la educación, se observa que por nivel de formación el 17% corresponde a técnicos y tecnólogos, el 64,8% a profesionales universitarios, el 16,96% a especializaciones, el 1,53% a maestrías y el 0,03% a doctorados. Por otra parte, la EDIT II muestra que aproximadamente la mitad del personal ocupado en la industria manufacturera tiene formación secundaria, el 16,2% primaria, 9% formación técnica, 12,2% educación profesional y 0,3% formación de maestría y doctorado. Un sector productivo con esta condición educativa, está lejos de alcanzar mayores niveles de innovación.

La prioridad para países como Colombia es la construcción de un proyecto educativo en torno a competencias, como un conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos nuevos y retadores. Este proyecto educativo debe acercar a la fuerza laboral a las exigencias del mercado laboral, e incluir entre otros componentes el manejo de una segunda lengua, el uso y apropiación de tecnologías de información y comunicaciones (TICs) y el desarrollo de competencias laborales generales.

En el caso colombiano la estructura actual de la oferta de educación superior aún no responde totalmente a las necesidades de la economía.

Gráfica 4. Pirámide ocupacional vs. educacional



Fuente: SNIES

Como se puede ver en la Gráfica 4, hay un predominio de programas de nivel profesional universitario que genera una contradicción entre las pirámides educacional y laboral. Por otra parte, los programas se concentran en unas pocas áreas de conocimiento y cubren de manera menor áreas en las que Colombia está haciendo grandes apuestas, como puede ser agroindustria. Para el año 2007, economía, administración, contaduría es el área del conocimiento con una mayor participación dentro del total de la matrícula (31.1%), seguida del área de ingeniería y arquitectura (29.1%) y de ciencias sociales, derecho y ciencias políticas (14.9%). Las áreas con menores participaciones en la matrícula son agronomía y veterinaria (2.0%) y matemáticas y ciencias naturales (2.5%).

Entendiendo este problemática, el Ministerio de Educación Nacional, a través del proyecto de fortalecimiento a la educación técnica y tecnológica, ha apoyado 31 alianzas con cobertura en 27 departamentos, orientadas a promover una nueva oferta académica en sectores como alimentos, biocombustibles, cerámica, construcción, electrónica, mecánica, producción y gestión ambiental, logística y puertos, manufacturas, minero-energético, petroquímico y plástico, pulpa, papel e industria gráfica, sector algodonero, software y teleinformática, telecomunicaciones, TIC's, ecoturismo y etnoturismo, gestión turística y turismo histórico-cultural y de guía, y cluster turístico del Valle del Cauca.

Sin embargo, se requieren mayores esfuerzos para revertir la situación de nuestra pirámide ocupacional, es necesario seguir trabajando por la desconcentración de la oferta académica en el país y el desarrollo y fortalecimiento de programas técnicos y tecnológicos, universitarios y de postgrado trazando claras líneas de acción orientadas a crear un vínculo permanente con el sector productivo, formación por competencias, herramientas de flexibilidad curricular y mejoramiento continuo de la calidad.

c. Escasez de recurso humano con formación avanzada (doctorados y maestrías)

Es indudable que la formación de postgrado y la investigación se constituyen en un componente esencial para el mejoramiento de la calidad del sistema educativo dando respuestas a los desafíos que impone nuestro modelo de desarrollo. Desde las Universidades actualmente se cuenta con 84 programas de doctorado, 52 más que en el 2002 con 1650 estudiantes en áreas como educación, ciencias de la salud, agronomía, ciencias sociales, ingenierías, economía y administración, matemáticas y ciencias naturales.

Este proceso ha estado acompañado por los programas que Colciencias, el Ministerio de Educación Nacional, Colciencias, Icetex y otras organizaciones con Fullbright, DAAD, Colfuturo, Banco de la República y Fundación Carolina, han puesto en marcha para apoyar la formación de docentes e investigadores en maestrías y doctorados tanto en el país como en el exterior.

Entre el 2002 y el 2007 se han apoyado a través de estas iniciativas a 8.258 profesionales en programas de maestría y doctorado dentro y fuera país, cifra que resulta importante si tenemos en cuenta que entre 1992 y 2001 se apoyaron 4.315 beneficiarios.

Sin duda, los créditos del Banco Interamericano de Desarrollo ejecutados por Colciencias en la década de los noventa para el fortalecimiento de la investigación en Colombia representaron un punto de inflexión. Por ejemplo, de las personas seleccionadas en el programa de formación de investigadores para cursar estudios de postgrado, el 94,3% (513) se graduó y regresó al país. Esto permitió capitalizar los esfuerzos de la década anterior, ya que los doctores recién egresados han podido ir constituyendo espacios de recreación de sus experiencias y conocimientos, en los programas doctorales nacionales. El país pasó de tener 345 estudiantes de

doctorado en programas nacionales en 2000 a 1.532 en 2006. El número de programas de doctorado se duplicó de 43 en 2003 a 84 en 2007.

El esfuerzo nacional en formación de recursos humanos de alto nivel igualmente se observa en el incremento en el número de investigadores del país. De acuerdo con los registros en el CvLAC (Currículum Vitae Latinoamericano y del Caribe), en el 2006, 10.634 personas que se declaran investigadores, tienen producción científica y están en un grupo de investigación (OCyT (2007)).

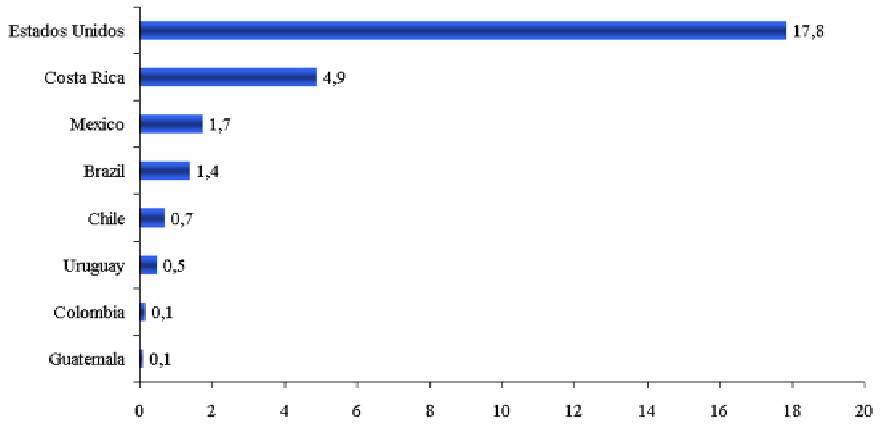
El apoyo a la investigación en universidades, centros, y grupos de investigación, durante estos mismos años, permitió que maduraran algunas líneas de investigación, incrementándose así el número de publicaciones científicas y por consiguiente la visibilidad de los investigadores colombianos regional e internacionalmente. Según cálculos del OCyT entre 1990 y 2007 los artículos de autores colombianos en publicaciones indexadas en el *Science Citation Index Expanded* se multiplicaron por 5, siendo la tasa promedio anual de crecimiento cercana al 10%.

Con todo, los resultados están lejos de lo que requiere el país. Según Colciencias (2008), Colombia aún está lejos de haber desarrollado la capacidad de investigación que requiere. En 2007, se registran 4002 doctores de los cuáles el 25% se ha formado a través del apoyo de Colciencias. La cifra total es, sin embargo, insuficiente: 9,3 por 100.000 habitantes, que corresponde al 50% de los propuestos por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. Se han identificado varios factores que han conducido a la escasez de recurso humano con formación avanzada:

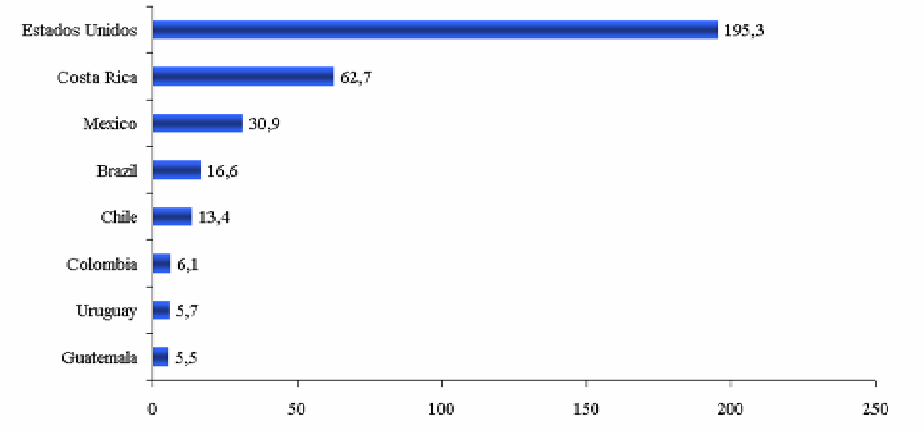
- Bajo número de programas nacionales en formación avanzada (Oportunidad Estratégica (2006)), que se refleja directamente en un bajo número de graduados en universidades colombianas en niveles de maestría y doctorado. La Gráfica 5 muestra el número de graduados por 100.000 habitantes en programas nacionales en 2005, comparado con ese mismo valor en otros países de la región. Colombia ocupa los lugares más bajos en los dos indicadores.

Gráfica 5. Graduados de programas nacionales de doctorado y maestría por 100.000 habitantes (2005)

a. Doctorados



b. Maestrías



Fuente: RICyT. Cálculos DNP-DDE-GCTeI.

- Ausencia de relevo generacional en la comunidad de investigadores con doctorado. Según Colciencias (2008) la edad promedio de los doctores para 2007 fue de 48 años, es decir, lo que implica una fuerte reducción de este stock en los próximos 10 a 15 años. Esto es causado en parte por la discontinuidad en la política de financiación de formación avanzada. A esto se suma que el sistema tiende a jubilar a los profesores con edad avanzada, que son en la mayoría de casos los que han acumulado mayor conocimiento y experiencia.
- Bajos incentivos a adquirir formación avanzada y a usarla dentro del país. El Banco Mundial indica que las becas para investigación y formación avanzada son pequeñas y orientadas a algunas disciplinas, lo que ha limitado la efectividad de la financiación y no atraen a los mejores investigadores (Banco Mundial (2007)). Como complemento, Oportunidad Estratégica (2006) menciona que actualmente la financiación en Colombia

es incipiente y carece de mecanismos que permitan que la mayoría de estudiantes de doctorado se enfoquen de manera exclusiva en el doctorado, y que faltan incentivos financieros para retener a muchos doctores, tanto en grupos de investigación como en los programas nacionales de formación avanzada (docentes).

4.Baja apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En el plan nacional de desarrollo científico, tecnológico y de innovación de Colciencias (Colciencias (2006)), se define la apropiación social del conocimiento como el conjunto de "actividades que contribuyan a la consolidación de una *cultura científica y tecnológica en el país*, es decir, que la comunidad científica y tecnológica, quienes toman decisiones sobre ciencia y tecnología, los medios de comunicación y el público en general, se apropien del conocimiento y desarrollen una mayor capacidad de análisis crítico sobre la ciencia, la tecnología y sus relaciones con la sociedad y la naturaleza"[19].

Alrededor de este concepto, el país desarrolló durante los últimos 15 años, actividades y programas de educación no formal e informal, divulgación, popularización y comunicación en ciencia y tecnología de carácter nacional y/o regional, dirigidos a "dar el gran salto a la denominada sociedad del conocimiento, que significa el desarrollo e implementación de mecanismos de socialización de la ciencia y la tecnología que garanticen la comprensión, la validación y el uso de este conocimiento por diversos actores de la sociedad" (Colciencias (2005b)). Ejemplo de estos son los programas de formación de vocaciones científicas y tecnológicas en niños, niñas y jóvenes (Ondas), el desarrollo de escenarios y programas orientados a toda la comunidad para la apropiación del conocimiento como centros interactivos con el mundo científico (Maloka, Museo de la Ciencia y el Juego, Parque Explora), el acercamiento al público en general a actividades científicas y tecnológicas a través de programas especiales en medios de comunicación (cápsula Colciencias-Icfes, serie Biodiversidad y

19 De esta manera, la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación es el conjunto de procesos a través de los cuales la sociedad hace suyas la ciencia y la tecnología, haciendo que sus integrantes creen conciencia sobre la trascendencia del conocimiento en su propia transformación y generen cambios de actitud. La apropiación social del conocimiento, a través de sus estrategias, fomenta el espíritu crítico y la proactividad, impulsando a todos los actores de la sociedad para que atiendan sus necesidades, resuelvan problemas y mejoren su calidad de vida, utilizando el conocimiento científico y sus aplicaciones con criterio. La apropiación social de la ciencia y tecnología vista desde esta perspectiva busca que los individuos y actores sociales puedan participar activamente en la Sociedad del Conocimiento, adaptándose e interviniendo en la economía global con un proyecto estratégico.

programa de televisión Pa'Ciencia), la producción editorial relacionada con el tema y otras actividades de divulgación. Como complemento a estas actividades se han desarrollado encuentros regionales en más de 25 departamentos, con el objetivo de promover el diálogo entre los diferentes actores de la sociedad en torno al tema de los avances científicos, tecnológicos y de innovación de cada una de las regiones del país, dentro de los que se destaca la semana de la ciencia, la tecnología y la innovación.

A pesar de estos esfuerzos, se han diagnosticado obstáculos en los procesos de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación, que en el documento Colciencias (2005b) se resumen así:

a. Los recursos destinados por el Gobierno Nacional han sido escasos, al igual que el compromiso del sector privado, lo que a su vez ha llevado a la falta de continuidad en los proyectos que en algún momento se iniciaron.
b. Aunque la comunidad científica es consciente de su función en el proceso de apropiación social, parte de ella aún tiene muy poco interés en desarrollar estrategias y actividades relacionadas con dicho proceso.
c. El lenguaje científico está inscrito dentro de actividades o prácticas que suponen un adiestramiento específico, reglas de juego y convenciones que determinan el significado de sus expresiones, lo cual hace de los debates científicos propiedad de grupos aislados. Esto hace que el público no especializado reciba en muchos casos sólo los resultados finales, sin conocer el contexto, los procesos y las formas de producción de conocimiento o de innovación tecnológica.
d. Los medios de comunicación nacionales dedican pocos espacios a la ciencia y la tecnología, y esos pocos espacios generalmente hacen referencia a adelantos científicos y tecnológicos realizados en otros países con mayor desarrollo económico.

Esta situación implica niveles de participación y diálogo muy incipientes entre los diferentes actores de la comunidad en torno a los impactos, la necesidad y la pertinencia de las diferentes actividades de carácter científico-tecnológico en relación con las dinámicas económicas, políticas y culturales de la sociedad, limitando con ello los alcances y la proyección de dicha actividades en las prácticas conducentes a elevar la productividad, la competitividad y el bienestar de la sociedad. Así, es necesario fortalecer una democracia que permita la inclusión, el desarrollo del talento y la formación ciudadana.

5. Ausencia de focalización en áreas estratégicas de largo plazo.

La focalización o priorización consiste en el direccionamiento de un conjunto de acciones y recursos hacia un determinado sector productivo o área del conocimiento determinado. Esta definición no implica que se busque reemplazar al mercado en sus funciones de asignar recursos a las actividades más productivas, sino en vez de ello, alcanzar retornos sociales que no se alcanzarán a partir de la acción de los agentes privados.

En general, el factor más importante que causa la falta de focalización en sectores estratégicos es la falta de decisiones de elección de sectores derivada de estudios que involucren variables de análisis de capacidades comparativas y competitivas (política industrial), que a su vez está fundamentado en dos tipos de problemas que puede generar una intervención del gobierno: los problemas de información y los de incentivos[20]. A pesar de la existencia de estos problemas, las fallas de mercado hacen necesaria la intervención del gobierno.

Existen ejemplos exitosos de focalización. Uno de ellos es el caso de la nanotecnología en Brasil (Baibich, Mario (2008)). La focalización comenzó con el desarrollo de semiconductores y películas delgadas metálicas, que posteriormente llevó a la creación de redes de nanotecnología. Esto a su vez condujo a la creación de institutos de investigación en el tema y a la creación de la coordinación general de políticas de programas de nanotecnología. Finalmente, se dio inicio al programa de desarrollo de la nanociencia y la nanotecnología en 2004, por medio del cual se han implantado y apoyado laboratorios y redes y se ha dado fomento a proyectos institucionales de investigación y desarrollo en temas relacionados.

Otro es el caso de Corea del Sur (Oh, Se-Jung (2008)), en donde el sector productivo se especializó en la producción de semiconductores, acero, construcción de barcos, automóviles y productos de imagen, como pantallas LCD y plasma. En parte, el desarrollo de estos sectores fue resultado de acciones focalizadas del gobierno, dirigidas a: i) desarrollar infraestructura científica y tecnológica, ii) crear el Instituto para la Ciencia y la Tecnología de Corea del Sur, iii) dar

[20] Los problemas de información consisten en que el gobierno no puede sustituir el procesamiento descentralizado de información que pueden alcanzar los mercados, y los problemas de incentivos en que el gobierno puede no tener los incentivos para seleccionar a los sectores con mayor potencial y aún si los tuviera, la selección puede generar comportamientos de búsqueda de rentas muy fuertes, que lo pueden desviar de su propósito inicial (Hausmann, Ricardo y Dani Rodrik (2006)).

apoyo directo a I+D en universidades y iv) diseñar condiciones de financiamiento que profundizarán la inversión en actividades científicas y tecnológicas.

En Colombia, se han hecho esfuerzos por parte del Gobierno por focalizar recursos y direccionar acciones con una perspectiva de largo plazo. Uno de ellos es el ejercicio presentado en el documento Visión 2019 de ciencia y tecnología (DNP y Colciencias (2006)), en donde se establece que las prioridades deben referirse a cuatro aspectos fundamentales: i) las áreas del conocimiento planteadas por la Nueva Ciencia y por la Tercera Revolución Industrial, ii) aprovechamiento de las potencialidades del país, iii) áreas que puedan contribuir a resolver los problemas característicos de la sociedad colombiana y iv) la investigación científica y tecnológica orientada a incrementar la capacidad competitiva del país. A partir de esto, propone como estrategias de focalización aprovechar sosteniblemente el potencial de la biodiversidad y los recursos marítimos, desarrollar el sector agrícola a través de ciencia y tecnología, adelantar acciones para mitigar el riesgo en desastres y fortalecer la defensa y la seguridad nacional y explorar fuentes de energía alternativas.

Adicionalmente, el documento Política Nacional de Fomento a la investigación y la innovación Colombia construye y siembra futuro enfatiza en el desarrollo de: i) Biodiversidad, ii) Salud, iii) Agua, iv) materiales y electrónica, v) Investigación social.

Bajo el liderazgo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo se realizó durante el 2008 un Programa de Transformación Productiva que utiliza una metodología de trabajo público – privada con el propósito de impulsar el desarrollo de sectores nuevos y emergentes y estimular el fortalecimiento de los sectores establecidos, con el fin de convertirlos en sectores de clase mundial. El trabajo adelantado desde principios del año ha generado un consenso nacional frente a este programa de focalización sectorial como un nuevo plan de largo plazo para generar crecimiento alto y sostenido en la economía y el empleo, contando con el compromiso y la participación del sector empresarial, el gobierno y la academia. En 2009, está previsto que ocho sectores de la economía lideren la primera ola del fortalecimiento sectorial de aparato productivo colombiano, guiados y coordinados con planes de negocio sectoriales elaborados con el acompañamiento de una consultora internacional del más alto nivel y con una estructura en el Gobierno Nacional que garantice la articulación de este nuevo modelo de desarrollo sectorial hacia la prosperidad. (Hausmann, Ricardo y Bailey Klinger (2007), Araújo Ibarra (2006) y DNP (2005a)). Los ocho sectores que lideran la primera ola durante 2009 son: textil, confección, diseño y moda, industria de la comunicación gráfica, autopartes, energía y bienes y servicios

conexos, software y tecnologías de información, tercerización de servicios a distancia (BPO&O), cosméticos y artículos de aseo y por último turismo de salud.

En cuanto a focalización en áreas del conocimiento, el SNCTeI ha destinado recursos al desarrollo de los programas nacionales de ciencia y tecnología, en donde se busca promover la investigación en áreas como ciencias básicas, ciencias sociales, estudios científicos de la educación, salud, medio ambiente, recursos marítimos, biotecnología, energía y minería, recursos agrícolas, tecnologías industriales y calidad, electrónica y telecomunicaciones e informática (Colciencias (2008)).

Sin embargo, estos esfuerzos no han sido suficientes. En el país, la falta de focalización ha generado dispersión de recursos, lo que a su vez ha conducido a que los recursos dentro de cada sector no sean suficientes para producir CTeI de frontera. Si bien han existido diagnósticos e identificación de potencialidades basadas en las capacidades del país (sectores estratégicos de corto plazo), ha faltado identificar y emprender acciones de fomento de sectores estratégicos con altos niveles de sofisticación[21] y contenido tecnológico (DNP (2005b)).

6.Disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas

Colombia presenta actualmente una creciente brecha frente a los países desarrollados, no solamente en investigación y generación de conocimiento científico, sino también en el desarrollo de nuevos procesos, productos y sistemas de organización y comercialización que surgen de procesos de innovación. Es en este contexto que se enmarcan las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación del país, de las que hacen parte los centros de investigación y desarrollo tecnológico (universitarios, autónomos, públicos y privados), los grupos de investigación, universidades, investigadores, etc. Sólo a través del desarrollo de este tipo de capacidades en el país el SNCTeI puede llegar a impactar el sector productivo, conocimiento global y los mercados internacionales, para la solución de problemas sociales, nacionales y mundiales y aprovechar las oportunidades surgidas en la profundización de la integración comercial y económica.

---

[21] Para una definición de sofisticación, ver Hausmann, Ricardo y Bailey Klinger (2006).

Colombia muestra un crecimiento significativo en la conformación de grupos de investigación: en 2002 se registraron 544 en la plataforma ScienTI, mientras que en el año 2006 lo hicieron 5299. De estos últimos, 4895 fueron avalados por las instituciones a las que pertenecen (universidades, centros de I+D, empresas, etc.), y 2456 fueron reconocidos por Colciencias para la convocatoria de 2006. Este crecimiento tan rápido de los grupos ha llevado a Colciencias, a solicitud de las universidades y el Ministerio de Educación Nacional, a revisar el modelo de clasificación de grupos, ya que se invirtió la pirámide dejando de ser un modelo que estimula los mejores, teniendo hoy en día más grupos en la categoría A que en la categoría C.

El aumento en las actividades de investigación, que se refleja en mayor número de publicaciones, combinado con la tradición de algunos grupos que venían incubándose desde años atrás y el establecimiento de nuevos, así como el fortalecimiento de programas doctorales, ha generado nichos de investigación de talla mundial. Este desarrollo de capacidades ha sido la base sobre la cual se inició el desarrollo de los programas de interrelación entre "universidad y empresa", acompañado también de un cambio empresarial.

Las instituciones del SNCTeI han hecho esfuerzos orientados a generar capacidades en todas las regiones del país. Por ejemplo, Colciencias ha desarrollado acciones en el orden territorial centradas en posicionar e instrumentar la CTeI en políticas públicas regionales, promover la ejecución de programas y actividades para el fomento de la investigación y la innovación en los departamentos, incrementar el recurso humano para la gestión pública de CTeI, consolidar la Red nacional de gestores de Codecyt y articular la estrategia de regionalización del SNCTeI con diferentes actores de las comisiones regionales de competitividad.

Adicionalmente, la estrategia de regionalización de Colciencias se ha articulado y alineado con la coordinación nacional de las Comisiones Regionales de Competitividad con el propósito de: i) fomentar la formulación de los planes estratégicos de CTeI departamentales alineados con el Plan departamental de Competitividad, ii) promover la coordinación y el liderazgo de los Codecyt a las acciones y programas estratégicos en materia de investigación e innovación para la competitividad, iii) hacer un seguimiento de los indicadores de competitividad en materia de CTeI, según lo establecido en el Sistema "Sí compito".

Durante los últimos años, Colciencias, a través de la Oficina de Regionalización, ha movilizado a los gobiernos departamentales para liderar la planeación y ejecución de actividades

y programas de CTeI en el orden territorial. Al cierre del 2007, son 16 entre departamentos y Distritos, que están ejecutando programas y actividades de fomento a la investigación y la innovación, de los cuales ocho – Huila, Risaralda, Antioquia, Atlántico, Meta, Tolima, Santander y Distrito Capital – realizaron una inversión efectiva en CTeI en convenio con Colciencias. Estos convenios aportaron una contrapartida en efectivo por el monto de $3.278 millones y la cofinanciación por parte de la institución fue de de $2.468 millones (57% del total de la inversión).

A pesar de estos esfuerzos, las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación no están distribuidas de forma equitativa en las regiones del país. Al hablar de las regiones, se debe partir del hecho que las actividades económicas en Colombia están concentradas alrededor de las cuatro grandes áreas metropolitanas, como son Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali (Gouëset, Vincent (1998)), y dentro de éstas prevalece la supremacía de Bogotá. Esta concentración trae como consecuencia grandes disparidades al interior de las regiones donde están ubicadas las grandes ciudades, y disparidades entre diferentes regiones, lo cual ha llevado a que algunas autoridades económicas locales desarrollen proyectos de integración y coordinación entre municipios de una misma región para construir de manera concertada y simultánea bases sólidas para el ordenamiento territorial, la planificación regional, la ejecución de proyectos y el marco institucional para gestionar estos acuerdos, ejemplo de lo cual es el proyecto de construcción de región Bogotá-Cundinamarca (Alcaldía Mayor de Bogotá (2003)).

Desde el punto de vista de la CTeI, la disparidad regional se presenta en capacidades. Ésta se hace evidente, en primer lugar, en la sobreconcentración de grupos de investigación en Bogotá pues, según el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT (2007)) de los 3.032 grupos de investigación activos que tiene el país, en Bogotá están ubicados 1020 grupos, es decir, el 33,6%, mientras que la ciudad solo tiene el 15,9% de la población. Igual ocurre con el número de investigadores con los que cuenta cada región. En Bogotá se concentra el 37,9% de los investigadores y Antioquia con el 13.2% de la población del país, concentra el 19% de los investigadores. Por supuesto, este fenómeno causa que en las regiones más lejanas a los centros urbanos las capacidades científicas y tecnológicas sean menores, generando desigualdad en las capacidades de investigación de las regiones. Por ejemplo, Cundinamarca con el 5.3% de la población, concentra sólo el 1,2% de grupos de investigación y el 1,4% de los investigadores; asimismo, Nariño, con el 3,6% de la población del país, tiene solo el 0,8% de los grupos de investigación activos y el 0,8% del total nacional de investigadores.

Otras estadísticas refuerzan el diagnóstico de disparidad regional. En Bogotá están localizados el 62.5% de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) de nuevas tecnologías, el 54.5% de los CDT agropecuarios, el 31.5% de los CDT sector industrial y el 75% de los CDT del sector servicios. Los restantes se encuentran, en su mayoría, en Antioquia (Medellín y otros municipios cercanos).

Todo esto sugiere grandes desigualdades en capacidades científicas y tecnológicas al interior de las regiones y entre ellas y si bien esta concentración ocurre por la localización de la actividad económica, es claro que los potenciales de Colombia como son la biodiversidad y los recursos naturales, por definición, no siguen patrones de aglomeración, y hacen falta capacidades de investigación e innovación en donde estos recursos están ubicados. Por ello, se requiere fortalecer a las entidades territoriales en su papel de liderazgo y coordinación de los agentes del SNCTeI en el orden regional, y a los Codecyt para que cumplan con la misión de ser el organismo de articulación público-privado y gestor de la CTeI para el desarrollo y la competitividad del respectivo departamento.

El fortalecimiento y utilización efectiva de las capacidades regionales tiene el potencial de internacionalizar al país en CTeI, es decir, insertar la CTeI colombiana en redes internacionales. Al respecto, Colombia ha tenido avances a través de la estrategia de internacionalización de Colciencias que ha facilitado el acceso de los grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico del país a recursos tanto intelectuales como financieros del orden regional e internacional. El principio de reciprocidad y colaboración, entre países, preside la cooperación en todos los campos, especialmente cuando el mundo afronta problemas globales que requieren de dicha colaboración. Para ello, estrategias como la movilidad de investigadores nacionales a otros países y la participación de extranjeros en proyectos nacionales resulta fundamental.

Un sistema cuya tarea medular es el fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación para que contribuya al crecimiento económico y a la equidad social, no se enfrenta al desarrollo de las disciplinas científicas de modo aislado del contexto local, sino a las situaciones colombianas concretas que hay que entender y comprender para lograr su cambio, transformación e innovación. Esta nueva perspectiva obliga a adoptar políticas relativas a la internacionalización y la cooperación internacional focalizadas y con un orden y prioridad que se basa en las ofertas del mercado científico y tecnológico internacional en relación con las

necesidades, potencialidades y los vínculos existentes que se juzguen exitosos y pertinentes para el desarrollo de la política colombiana de investigación e innovación.

En 2007, Colciencias fue reconocido como uno de los Puntos de Contacto (*National Contact Point*) en América Latina del "Séptimo Programa Marco" para el fomento de la ciencia y la tecnología de la Unión Europea, lo que constituye un paso importante hacia la consolidación de las relaciones científicas y tecnológicas con esa región. Adicionalmente se realizaron convenios con Alemania, USA, Suiza, Brasil, Chile y Francia.

Con base en el diagnóstico presentado, a continuación se plantean los objetivos de política de este documento.

V. OBJETIVOS

El objetivo general de las políticas contenidas en este documento Conpes es incrementar la capacidad del país en identificar, producir, difundir, usar e integrar el conocimiento científico y tecnológico, con el propósito de mejorar la competitividad, y contribuir a la transformación productiva del país. En ese sentido, la política que se plantea en este documento busca estimular tres elementos del conocimiento: la oferta (generación de conocimiento), la demanda (uso) y la interacción entre oferta y demanda, esta última a través del fortalecimiento institucional del SNCTeI. La implementación de las estrategias contenidas en esta política de Ciencia, Tecnología e Innovación debe permitir la coordinación de acciones de las instituciones públicas que asignan recursos para actividades de investigación y de innovación, buscando elaborar una agenda agregada que permita crear las condiciones para que el conocimiento tenga una **función instrumental en la generación de riqueza, ingreso, equidad y bienestar social.** Los objetivos específicos de la política son los siguientes:

1. Fomentar la innovación en los sistemas productivos.
2. Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
3. Fortalecer la formación del recurso humano para la investigación y la innovación.
4. Promover la apropiación social del conocimiento.
5. Focalizar la acción pública en áreas estratégicas.
6. Desarrollar y fortalecer capacidades.

El efecto de largo plazo de la implementación de esta política estará medido por el logro de grandes metas nacionales en Ciencia, Tecnología e Innovación. La primera de ellas es lograr una acción articulada de entidades públicas en ejecución de política y recursos. Basados en esta acción articulada, Colombia como nación deberá aumentar gradualmente sus niveles de inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), de forma tal que para el 2019 esta inversión represente el 2% del PIB. Paralelamente, el país incrementará el número de profesionales con formación avanzada logrando que en el 2019 el país haya graduado 3.600 doctores con una tasa de graduación de 450 por año, los cuales estarán generando el conocimiento que requieren los mayores niveles de investigación e innovación del país. La inversión del país en ACTI con la meta del 2% del PIB y en capital humano con la de doctores, generará una transformación del aparato productivo, que se verá reflejada en el nivel de sofisticación de sus exportaciones[22]. En este sentido, se pretende que con la implementación de la política el nivel de sofisticación de la oferta nacional y para exportación pase de US $12.332 en la actualidad[23] a US$ 17.500 per-cápita en el año 2019.

Cada uno de estos objetivos contempla un conjunto de estrategias y acciones que se describen a continuación y que se relacionan de tal forma que las entidades de Gobierno que hacen parte del SNCTeI se complementen en su rol de promotores de la acción privada en términos de investigación e innovación.

1.Fomentar la innovación en los sistemas productivos.

Con el fin de impulsar la realización de actividades de investigación e innovación en el sector productivo colombiano es necesario proveer incentivos que corrijan las fallas de mercado que restringen la inversión en ese tipo de actividades y que promuevan en el empresariado colombiano la importancia de la ciencia, tecnología e innovación como pilares de la transformación productiva que requiere el país para conseguir mejoramientos en competitividad.

[22] La sofisticación de un producto se mide como el nivel de ingreso asociado a los países que exportan el producto. Se construye como un promedio ponderado del pib-percápita (PPP) de los países que exportan tal producto, donde el ponderador es una medida de la ventaja comparativa. La sofisticación de la oferta exportable de un país es el nivel de ingreso asociado a la canasta de exportaciones del país. Se obtiene como un promedio ponderado del nivel de sofisticación de cada uno de los productos que exporta el país. Ver Hausmann, Ricardo y Bailey Klinger (2007).

[23] Este es cálculo del año 2006 que corresponde a los datos más recientes con la metodología de Hausmann, Ricardo y Bailey Klinger (2007).

Por esta razón, la primera estrategia propuesta es **desarrollar y promover un portafolio de incentivos para la innovación** que permita aumentar y articular la oferta, pública y privada, de instrumentos para las empresas y los sistemas productivos. Los incentivos que hagan parte de este portafolio deben reconocer las diferentes necesidades de las empresas, ser complementarios en su objeto y contribuir a mitigar el impacto de las fallas de mercado que limitan a las empresas la realización de actividades de innovación.

Ello requiere que tanto las entidades del Estado como del sector privado que promueven la innovación **incluyan criterios de diferenciación o segmentación y pertinencia que permitan cubrir las necesidades de las empresas según el nivel de desarrollo tecnológico y la etapa del ciclo de vida** en que se encuentran.

Como instrumentos específicos de esta estrategia se propone financiar **proyectos que contengan componentes de vigilancia tecnológica** a los sectores productivos, que les permita identificar de manera sistemática oportunidades de modernización y transferencia de tecnología, como una actividad incorporada dentro de su modelo de gestión.

Adicionalmente, se requiere un esquema de **consultoría tecnológica** mediante el cual se pueda establecer tanto la situación tecnológica y competitiva de la empresa, como el uso del portafolio de incentivos disponible en las entidades del Estado para impulsar su transformación productiva**.** Este tipo de proyectos debe complementarse con un programa que **apoye a las empresas en procesos de búsqueda, negociación, adquisición y transferencia de tecnología**. En este aspecto se identificarán las capacidades industriales nacionales que puedan ser potenciadas a través de **acuerdos de compensación (*offset*)** como una medida de fortalecimiento de la transferencia internacional de tecnología. Adjuntamente, este portafolio debe considerar los esquemas de **garantías a créditos** que se soliciten, previo el cumplimiento de ciertas condiciones que sean definidas por la entidad financiadora, para promover la transferencia de tecnología en las empresas a través de la **ejecución de proyectos que tengan por objetivo adaptar tecnologías** nacionales e internacionales existentes.

Para que el portafolio de incentivos sea robusto y cuente con los recursos suficientes en el largo plazo, es necesario **involucrar a inversionistas privados** que interactúen con el SNCTeI, específicamente en el conocimiento de las oportunidades de negocio que proveen los proyectos de investigación e innovación. Para esto es necesario identificar los obstáculos que han impedido el desarrollo de esquemas financieros y proponer los cambios normativos necesarios para dinamizar la creación de fondos de capital semilla, fondos de capital de riesgo (*venture*

capital), y fondos de capital privado (*private equity*) para la financiación de empresas y sus proyectos de desarrollo e innovación tecnológica.

El reconocimiento del potencial que tienen las **compras públicas** como instrumento para promover la innovación hace preciso establecer la viabilidad de un instrumento que haga parte del portafolio de incentivos y que permita cambiar el enfoque de adquirir bienes y servicios detalladamente definidos por uno que haga uso de las convocatorias para encontrar soluciones innovadoras a problemas específicos que, posteriormente, puedan ser objeto de adquisición mediante cualquier modalidad de contratación.

De otra parte, en el **sector agropecuario** se continuará en la búsqueda de mecanismos para hacer más eficiente la asignación de recursos, ya sea a través de convocatorias públicas o de cualquier otro mecanismo que se considere pertinente para la cofinanciación de programas y proyectos, como instrumento de respuesta a las agendas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación identificadas por las cadenas productivas. Dichos programas y proyectos deberían permitir el desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos productivos, mejorar la calidad de vida de los productores del sector agropecuario e incluir un componente de **transferencia de tecnología**. Lo anterior, a través de alianzas entre el sector productivo e investigador, que fortalezcan la interacción entre generadores y usuarios de la tecnología. Así mismo, con el ánimo de fortalecer el mercado de la asistencia técnica agropecuaria se masificará el uso del incentivo a la asistencia técnica para pequeños productores previsto en el Programa Agro Ingreso Seguro (AIS).

De esta forma, el portafolio de instrumentos busca garantizar una oferta suficiente de recursos y mecanismos para apalancar innovación. Para complementarlo, la segunda estrategia consiste en **promover la creación y fortalecimiento de unidades de investigación aplicada** a la solución de problemas en las empresas, y su desarrollo tecnológico. Esta estrategia se llevará a cabo a través de la **identificación de brechas** tecnológicas y del desarrollo de **proyectos de investigación aplicada** que mejoren la competitividad. Con esta iniciativa se financiará el proyecto de investigación que resuelva el problema concreto de la empresa, incluyendo la eventual formación doctoral de estudiantes que desarrollen dicho proyecto. De esta manera se contribuye a afianzar los vínculos entre universidad y empresa, dado que, inicialmente el proyecto de investigación estará vinculado tanto a la empresa como a la universidad que ofrece el programa doctoral.

La tercera estrategia parte del supuesto de que los incentivos no serán suficientes si en las empresas no hay personal que pueda gestionar la innovación y consiste en **formar líderes** para la innovación empresarial que promuevan la implementación de soluciones innovadoras a problemas de productividad y competitividad empresarial. Como acciones concretas para desarrollar esta estrategia se propone realizar la formación de dichos líderes mediante la utilización de una **plataforma de educación virtual** de tal manera que se aprovechen las tecnologías de información y telecomunicaciones (TIC's). Adicionalmente, se implementarán programas de **formación por proyectos** a la medida de las empresas con el fin de mejorar sus capacidades de innovación.

Otra estrategia para promover la innovación en los sistemas productivos, y reconociendo que las nuevas empresas se caracterizan por una dinámica innovadora significativa, es **fomentar el emprendimiento innovador** de alto contenido tecnológico. Esta estrategia tiene como acciones puntales las siguientes: i) revisión y reformulación del **sistema nacional de incubación de empresas**; ii) financiación de los costos de elaboración de **planes de negocio para la creación de empresas** innovadoras y de base tecnológica; iii) realización de **encuentros entre nuevos empresarios e inversionistas**; iv) diseño de un programa para **apoyar emprendimientos en las universidades**, los centros de investigación y los centros de desarrollo tecnológico.

La última estrategia es **consolidar el sistema de propiedad intelectual mediante el desarrollo de los lineamientos formulados por** el Conpes 3533 de *"Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010"*, de tal forma que los empresarios encuentren recompensa para sus esfuerzos de innovación y aprovechen la propiedad intelectual para potenciar procesos de transferencia de tecnología. En este sentido, las acciones específicas apuntan, en primer lugar, a fortalecer la función de **divulgación de derechos de propiedad intelectual** de las entidades del gobierno mediante la realización de seminarios, talleres y cartillas sobre la institucionalidad y legislación de propiedad intelectual vigente nacional e internacionalmente. En segundo lugar, es necesario apoyar a los investigadores y sus instituciones en la **protección y explotación de los resultados de investigación**, lo cual incluye no solo financiamiento de los procesos ante las autoridades de propiedad intelectual sino también **capacitación** de investigadores para que adquieran los conocimientos necesarios **para gestionar patentes**, contratos de licencia, gestión y comercialización de resultados de investigación. Estas acciones se complementan a través de la financiación de **planes de negocio basados en explotación comercial** de activos intangibles.

2.Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Con este objetivo se busca fortalecer los mecanismos formales e informales que regulan la interacción entre los agentes que hacen parte del SNCTeI. Se plantean seis estrategias principales, mediante las cuales se le otorga a las organizaciones del sistema herramientas que les permita fortalecer y mantener los lazos de acción coordinada en torno a la realización y apoyo a actividades científicas, tecnológicas y de innovación (ACTI).

La primera estrategia es implementar lo dispuesto en la Ley 1286 de 2009 y reglamentar el **marco normativo de CTeI**. Aunque ya están sentadas las bases legales que soportan la acción del SNCTeI, es necesario actualizar y darle un desarrollo apropiado a las herramientas que ya existen en la Ley 29 de 1990 para facilitar la coordinación del sistema. Parte esencial de la implementación y reglamentación tiene que ver con **dotar a Colciencias de los instrumentos políticos**, legales, administrativos y financieros para que pueda cumplir su tarea como entidad rectora del SNCTeI dándole mayor jerarquía ante las demás entidades públicas y privadas. Esto se complementa con un **esquema financiero** que permita superar las barreras que imponen las normas de presupuesto sobre los recursos de CTeI y que facilite la financiación de investigación e innovación mediante la articulación de recursos públicos y privados, nacionales e internacionales.

Dado que la modificación del marco normativo no se agota en el cambio institucional de Colciencias y su forma de ejecutar recursos, es necesario elaborar y desarrollar una **agenda de trabajo conjunto con las entidades competentes para identificar los cambios normativos** que se requieren para el funcionamiento del SNCTeI de forma eficaz. Dicha agenda debe establecer la necesidad y conveniencia de desarrollar las normas de contratación, premiación y seguimiento que se refieren al régimen especial de ciencia y tecnología, incentivos para inversionistas y estatus jurídico de las entidades del sistema, entre otros temas.

La segunda estrategia consiste en **incrementar y asegurar los recursos públicos** para investigación e innovación, para lo cual es necesario realizar un ejercicio de planeación de la inversión pública en CTeI a mediano plazo que tenga en cuenta las limitaciones fiscales pero que haga viable el aumento de las inversiones públicas. Este ejercicio permitirá establecer una senda de inversión en CTeI, teniendo en cuenta las restricciones fiscales del Marco de Fiscal de Mediano Plazo y el Marco de Gasto de Mediano Plazo, las necesidades de inversión y las prioridades de política que se determinen. El aumento de recursos se apoya entre otras

actividades, en realizar convenios entre instituciones del nivel internacional, nacional y territorial para coordinar acciones y apalancar recursos. Un ejemplo de este tipo utilizado en décadas pasadas fue el crédito con la banca multilateral, que amerita retomarse como fuente de recursos para consolidar la institucionalidad del SNCTeI.

La institucionalidad del sistema no solo se fortalece mejorando la batería de normas y asegurando recursos para CTeI. Es necesario crear **mecanismos de articulación** entre los actores del SNCTeI en los que se otorguen espacios de interacción y toma de decisiones. La tercera estrategia desarrolla este punto, mediante el **fortalecimiento de los Programas Nacionales** del SNCTeI, aumentando su capacidad de articular demandas del sector productivo. La elaboración e implementación de ejercicios de **planeación de largo plazo**, en los que participen conjuntamente las entidades públicas relacionadas con CTeI en consulta con empresarios y comunidades, permite la discusión de propuestas, la prospección con un horizonte de largo plazo del tema y el flujo de información y conocimiento entre las entidades participantes.

El fomento a la creación de **mecanismos de articulación de I+D** permite la interacción entre entidades que desarrollan investigación y desarrollo y aquellas que la demandan, en una relación de doble vía, en la cual las entidades involucradas se benefician mutuamente. Experiencias previas como las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), son un tipo de mecanismo a desarrollar y ampliar en términos del alcance e impacto que deben lograr en el aparato productivo.

De otra parte, teniendo en cuenta el papel articulador que juegan los Consejos de Programa dentro del SNCTeI y la importancia que está adquiriendo el sector defensa en la generación y uso de conocimiento, se propone crear el Programa Estratégico en Tecnologías de Defensa y Seguridad, con el fin de impulsar la investigación en esta área y ampliar la participación de investigadores civiles en la solución de problemas, tanto eminentemente militares como aquellos con aplicaciones civiles.

La cuarta estrategia consiste en desarrollar el **mercado de servicios científicos y tecnológicos**, para lo cual se debe adelantar una **revisión y ajuste de los instrumentos** de política que apoyan la innovación y los servicios científicos y tecnológicos para la transferencia de tecnología. En el desarrollo de este mercado, la labor de los proveedores de servicios científicos y tecnológicos es fundamental, ya que son las entidades llamadas a ser el puente entre actores del sistema; es por esto que se debe **promover el fortalecimiento y especialización de sus capacidades y servicios**. La realización de **ruedas de negocios** entre investigadores y

empresas, es una acción concreta de esta estrategia que sirve de espacio de encuentro entre necesidades y posibles soluciones.

Sin embargo, la labor de las entidades de soporte a la innovación (CIDT's, CRPs, IEBT, PT) va más allá de la prestación de servicios tecnológicos, razón por la cual la quinta estrategia es **fortalecer institucionalmente** este tipo de entidades, así como los centros de investigación para que puedan ejercer su labor efectivamente. El fortalecimiento institucional pasa por la definición de una **política de reconocimiento de los costos indirectos** de este tipo de instituciones.

El **fortalecimiento** institucional también debe incluir el **sistema metrológico nacional** y sus organizaciones, las cuales constituyen una parte importante de la infraestructura que sustenta la innovación y el desarrollo tecnológico. Para garantizar el aprovechamiento y expansión de dicha infraestructura se promoverán convenios entre diferentes entidades públicas y entre estas y organizaciones internacionales en el marco de acuerdos de cooperación militar, industrial y social, así como acuerdos de cooperación internacional en materia de obstáculos técnicos al comercio. Esta acción deberá estar acompañada de la implementación del **sistema de trazabilidad y calidad** en los laboratorios de referencia metrológica para mejorar la prestación de servicios metrológicos que puedan ser utilizados en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

En esta misma línea, se propone la **creación de un centro de investigación** para potenciar el desarrollo científico y tecnológico del sector defensa en aras de buscar la exportación de sus tecnologías y la adecuación de las mismas a través de procesos de innovación para la aplicación en áreas civiles. Esta acción representaría un impulso al sector productivo dado que se genera una apertura de oportunidades para la participación activa en el desarrollo de proyectos, permite potenciar sus capacidades industriales y proyectarse en el tiempo en un entorno internacional, y contribuye con el desarrollo económico y social del país a través de la comercialización de las tecnologías. De igual forma, contribuye a la constitución de programas de investigación que apalancan los proyectos de I+D+i con la participación de personal suficientemente formado y usando el modelo de desarrollo tecnológico entre Estado - Sector Productivo – Universidad, que cada vez se hace más fuerte, y que le permite a la Nación tener una autarquía tecnológica en nuestros sistemas de defensa.

Esta quinta estrategia estaría incompleta sin un sistema de **evaluación integral** que monitoree de forma continua la labor de las entidades de apoyo y de los centros de investigación, esto en aras de fomentar la excelencia y la racionalidad en el uso de los recursos públicos.

Lo anterior no es posible sin una correcta organización y administración de la información relevante, pertinente y oportuna para el SNCTeI que permita tomar decisiones en términos de ajustes necesarios a los instrumentos o su continuidad. En consecuencia, **fortalecer los sistemas de información y estadísticas** de CTeI es la sexta estrategia, dentro de la cual se contempla el desarrollo del **Sistema Nacional de Información de CTeI** que esta concebido dentro del marco legal actual, pero que no se ha implementado de forma satisfactoria aún. No basta con mantener, circular y mejorar la información disponible para los actores del sistema. Se requiere desarrollar el **sistema nacional de información de oferta y demanda** de tecnología, innovación y servicios tecnológicos, en el cual tendría lugar de forma permanente información de ambos lados del mercado de la innovación. Así mismo, es necesario fortalecer al Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología para la producción de estadísticas e indicadores que permitan tomar decisiones de política.

Con la información disponible a través del Sistema Nacional de Información de CTeI, se hace viable la realización de **actividades sistemáticas de seguimiento** de la política y sus instrumentos de implementación. Adicionalmente, la información que se capture a través del Sistema Nacional de Información de CTeI servirá como insumo para la evaluación de su efectividad con el fin de retroalimentar el proceso de diseño y ejecución de la política, los programas, y la operación de las entidades ejecutoras, así como medir el impacto generado a nivel científico, tecnológico y competitivo de los beneficiarios. Así es que para cerrar el conjunto de estrategias orientadas al fortalecimiento de la institucionalidad se propone desarrollar un esquema de evaluación con las entidades que ejecutan los programas y proyectos más relevantes de la política para evaluar la eficacia, el impacto y la gestión de sus instrumentos. Finalmente, se debe anotar que las entidades ejecutoras de los programas serán las responsables de financiar y/o gestionar los recursos económicos necesarios para la realización de las evaluaciones que se consideren necesarias.

3.Fortalecer la formación del recurso humano para la investigación y la innovación.

Para desplegar una política efectiva de ciencia, tecnología e innovación, se requiere, ante todo, fortalecer la formación del recurso humano. Tal como se estableció en el diagnóstico,

el desarrollo de capacidades de generación y adaptación de conocimiento requiere también de un recurso humano capaz de adelantar proyectos de investigación, de gestionar la innovación al interior de las empresas y adaptar el conocimiento generado en otros lugares para ser implementado en el país. Por esta razón la política aquí propuesta busca aumentar tanto el número como la calidad del recurso humano disponible para adelantar actividades científicas, tecnológicas y de innovación. La idea fundamental es fortalecer el sistema educativo para que proporcione el recurso humano que necesita el país, lo cual implica fortalecer los aspectos de calidad, cantidad, productividad y pertinencia de la educación superior, y el desarrollo de capacidades científicas en todo el sistema educativo y complementariamente aumentar de forma escalonada y acelerada el número de investigadores con las más altas calificaciones.

Tener un grupo de individuos, formados a los niveles más altos y profesionalmente dedicados a la investigación y el desarrollo tecno científico, no es una condición suficiente, pero sí necesaria. A la luz del diagnóstico presentado más arriba, y de exitosas experiencias internacionales, se requiere apoyar la política para el desarrollo de **competencias científicas**, tecnológicas y de innovación en la población. Dichas competencias se enmarcan en una política educativa que debe reconocer que el proceso pedagógico se lleva a cabo a lo largo de la vida y que lo verdaderamente importante es aprender a aprender. Ello implica una política de educación científica y tecnológica que incremente la capacidad nacional de formación en áreas de ciencias incluyendo las sociales e ingenierías en todas las edades: niños, jóvenes, estudiantes de carrera técnicas y tecnológicas, estudiantes universitarios, estudiantes postuniversitarios, deben recibir las herramientas necesarias para competir con los más altos estándares internacionales.

Desarrollar competencias científicas desde la educación básica y media, se convierte así en una estrategia central de esta política. Para ello, se identifican cuatro acciones esenciales: i) fortalecer las instituciones educativas logrando que los planes de estudios de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) tengan un mayor énfasis en el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas; ii) desarrollo profesional del docente a través del fortalecimiento de las planes de estudio de los programas de formación complementaria de las Escuelas Normales Superiores (ENS) en competencias científicas y tecnológicas y de programas dirigidos a docentes directivos para mejorar la enseñanza de las ciencias y el uso de las TIC. Estos planes se articulan con la formación permanente de los maestros, proponiendo programas que desarrollen metodologías que transformen la manera tradicional de enseñanza de las ciencias y la tecnología, propiciando el aprendizaje por indagación, por descubrimiento y por resolución de problemas,

como forma efectiva para impulsar las destrezas tecno científicas; iii) promover escenarios de innovación desarrollando herramientas didácticas y espacios de aprendizaje que apoyen a los maestros y estudiantes en sus prácticas pedagógicas innovadoras; iv) finalmente, la evaluación como un instrumento que permite medir y transformar la práctica pedagógica dando señales claras de hacia dónde se quiere llegar, en ese sentido, el desarrollo de pruebas cada vez más articuladas a la medición de competencias científicas y tecnológicas.

Esta estrategia debe estar orientada a promover un mayor número de proyectos pedagógicos que garanticen el desarrollo de estas competencias asociado a los procesos de enseñanza y aprendizaje y a un sistema de evaluación que requiere una mayor efectividad y coherencia.

La segunda estrategia consiste en **priorizar el fortalecimiento de la capacidad investigativa en las Instituciones de Educación Superior (IES)** en el marco de la política de fomento y aseguramiento de la calidad de la educación superior, lo cual se llevará a cabo a través de diferentes acciones. i) elaboración de lineamientos del política que fomentan la investigación y la formación de investigadores en las IES, ii) desarrollo de fondos concursables para el mejoramiento de la calidad, iii) apoyo a semilleros de investigación y jóvenes investigadores, iv) Realización de convocatorias para incentivar la creación y cualificación de programas de maestrías y doctorados, v) estructuración y coordinación interinstitucional de convocatorias con recursos públicos y privados por áreas del conocimiento para promover la formación de investigadores, vi) fomento a la formación de alto nivel en ciencias básicas, vii) formulación de una política de gestión de la investigación en el país asociada a los procesos de ciencia tecnología e innovación adelantados por las distintas instancias. Un Sistema de Ciencia, tecnología e innovación acompañado por una orientación estratégica, planeará y ejecutará eficientemente las estrategias propuestas con base en información confiable y sistemas integrados de gestión.

La tercera estrategia busca **continuar con el proceso de fortalecimiento la formación técnica y tecnológica** que permita acompañar y sedimentar efectivamente los procesos de innovación. Esta estrategia está íntimamente vinculada con el fortalecimiento de capacidades regionales. Por ello, el primer conjunto de acciones busca tener un efecto directo sobre: i) el acceso de jóvenes desde las distintas regiones a programas técnicos y tecnológicos ii) la pertinencia de la oferta de estos programas y la organización por ciclos para promover la

articulación entre los distintos niveles de formación y la vinculación al mercado laboral iii) el proceso de cualificación y fortalecimiento de la oferta de educación técnica y tecnológica. En este marco se definirán lineamientos para diseñar y evaluar los programas de formación técnica y tecnológica y para contribuir al fortalecimiento institucional.

Una cuarta estrategia consistente en **promover la certificación de competencias en todos los niveles y modalidades de formación**. Para ello, se diseñará y aplicará un marco nacional de cualificaciones que facilite el aprendizaje permanente y promueva la aplicación de mecanismos transparentes para el reconocimiento, evaluación y certificación de competencias laborales. Además, se definirán los niveles y modalidades de educación y formación a integrar en el esquema de equivalencias y homologaciones. Adicionalmente a los ciclos propedéuticos, se deben establecer mecanismos de articulación e integración de la educación media con el SENA, la Educación Superior y la formación para el trabajo. Estas acciones estarán complementadas por programas de capacitación del recurso humano en temas de metrología científica, química e industrial.

El desarrollo de capacidades de generación, uso y adaptación de conocimiento tiene como pilar efectivo la disponibilidad de recurso humano capaz de adelantar proyectos de investigación al más alto nivel que además sepa de gestionar la innovación al interior de las empresas y adaptar el conocimiento generado en otros lugares para ser implementado en el país. Por esta razón, la política aquí propuesta busca aumentar tanto el número como la calidad de investigadores. Lo fundamental en este sentido es fortalecer a las instituciones que llevan a cabo actividades de investigación y desarrollo para que genere y absorba el recurso humano de alto nivel que necesita el país, lo cual implica consolidar los aspectos de calidad, cantidad, productividad y pertinencia de las mismas.

Así, una quinta estrategia consiste en **dar un salto decidido en la formación de docentes e investigadores**, a través del apoyo a la formación de jóvenes investigadores e innovadores, y de forma muy especial el aumento en el número de doctores en ciencias naturales e ingenierías. Para ello es necesario fomentar convenios interinstitucionales y programas, nacionales e internacionales, que fomenten el acceso a la formación en maestrías y doctorados en el país y en el exterior, así como el apoyo al desarrollo de tesis doctorales y a las pasantías posdoctorales en áreas estratégicas. En este sentido, deben explotarse las posibilidades que abren los Acuerdos de compensación (*off-sets*).

La sexta estrategia es **promover el intercambio tecno científico**, con el fin de desarrollar el trabajo en redes y la interacción entre investigadores. Para ello, se establecerán convenios que permitan escalar los programas de movilidad de investigadores. En este sentido, se elaborarán de forma paralela los acuerdos que permitan el reconocimiento mutuo de títulos en educación superior. Igualmente, será necesario desarrollar mecanismos de reconocimiento a los investigadores, que sirva de incentivo para atraer a los más capaces individuos dedicados a la CTeI.

En el sector agropecuario, además del fortalecimiento de la masa crítica a partir de la cofinanciación de programas y proyectos de I+D+I, se contribuirá en la identificación de demandas tecnológicas en áreas estratégicas para la formación de competencias laborales a nivel técnico y tecnológico y capacidades de investigación a nivel de maestrías y doctorados, con el propósito de formar complementariedades de conocimiento a nivel mundial

Una estrategia complementaria a la de trabajo en redes será **fomentar la utilización de las tecnologías de información y comunicaciones (TICs)** para la formación del recurso humano, lo cual se llevará a cabo a través de la promoción de ambientes de aprendizaje flexibles y abiertos, caracterizados por permitir el acceso permanente, posibilitando el trabajo en equipo y teniendo como eje central tecnologías que se integren alrededor de un proceso productivo. También, se integrarán las TICs al proceso pedagógico de los doctores y sus estudiantes, a los procesos de mejoramiento de las instituciones educativas, y en general a la vida cotidiana de la comunidad científica y académica del país, y se desarrollarán programas virtuales de formación de docentes de educación media, básica y superior en metodologías que promuevan la investigación. La Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (RENATA) es un instrumento muy poderoso para garantizar mayor cobertura y participación de los actores del SNCTeI, por lo que debe promoverse su uso y ampliar su cubrimiento a través de proyectos que incentiven su utilización

Finalmente, como se mencionó en el diagnóstico, existen débiles vínculos Estado-universidad-empresa que impiden en muchos casos la utilización de resultados de investigación en las actividades productivas, para lo cual se ha planteado la estrategia de **generar mecanismos que fortalezcan de manera sostenible la relación universidad-empresa y la integración de la infraestructura académica y productiva**. Se promoverá la innovación tecnológica y el uso de nuevas TIC para la formación de competencias científicas y tecnológicas, se concertarán con las

empresas programas de formación de alto nivel, se diseñarán lineamientos para la gestión de la propiedad intelectual en las IES, se fomentará la formación en emprendimiento en todos los niveles educativos, y los comités universidad-empresa-estado desarrollarán un portafolio de servicios de oferta-demanda de tecnología e innovación

4.Promover la apropiación social del conocimiento

La estrategia que se propone para promover la apropiación social del conocimiento se basa en la generación de acciones dirigidas a públicos concretos, comunidades específicas, que puedan actuar como multiplicadoras para aumentar la efectividad, el diálogo y la participación ciudadana en temas científicos y tecnológicos y sobre los procesos de innovación.

La primera acción para el desarrollo de esta estrategia consiste en promover la **divulgación de procesos** de investigación e innovación e impactos en franjas específicas y canales seleccionados de televisión, radio, Internet y nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). La infinita multiplicidad de formas de recibir mensajes e intercambiar contenidos hoy en día, permite producir la información adecuada para los públicos que se definan como prioritarios. Los medios de comunicación cada vez se tornan más personalizados, característica que debe ser aprovechada por el SNCTeI para focalizar sus mensajes hacia públicos específicos, buscando no solamente una información de una sola vía, sino generar opiniones informadas y promover la participación de los ciudadanos receptores de la información. De esta manera se dan pasos importantes para la apropiación social del conocimiento científico y tecnológico.

Asimismo, se propone **generar y difundir nuevo conocimiento acerca del desarrollo histórico, estado actual y prospectiva de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia y Latinoamérica**. Más que la difusión de resultados, que aunque ha sido importante no refleja los procesos, la evolución y las historias del quehacer de la investigación y la innovación, Colciencias buscará promover la discusión, el análisis, el estudio y las tendencias de la generación del conocimiento en CTeI.

Los procesos de apropiación social del conocimiento requieren articulación de las acciones entre actores, es decir, vínculos entre el mundo científico y tecnológico y la ciudadanía en general. Para desarrollar estos vínculos, **se apoyará la formación de mediadores de CTeI.** Aún Colombia no ofrece programas de posgrado en comunicación pública de la ciencia, ni es

muy frecuente encontrar investigadores que se dediquen a pensar la comunicación de las CTeI. Si bien Colciencias ha apoyado y promovido cursos y talleres, es hora de capacitar profesionales con posgrado en esta disciplina.

En esta misma dirección, se **promoverán alianzas estratégicas en medios masivos de comunicación privados y con escenarios culturales del país para promover la inserción de la CTeI como parte de la cultura ciudadana en Colombia**. Es indudable que los medios masivos tradicionales de comunicación, que están en manos del sector privado, actualizan sus programas permanentemente, atendiendo a la información disponible y a los estudios de mercado, de los intereses de los ciudadanos. Lograr alianzas para insertar el tema de la CTeI en las agendas mediáticas será una tarea urgente y prioritaria. De la misma manera es fundamental fortalecer los nexos con entidades de carácter cultural, de manera que las acciones orientadas a la reflexión, la expresión y la construcción de identidades incorporen la ciencia y la tecnología como uno de los valores centrales de nuestra cultura.

Una cuarta acción a desarrollar es **definir líneas editoriales en ciencia, tecnología, innovación y sociedad**. Con el objetivo de consolidar el sello editorial de Colciencias, se busca definir contenidos de ciencia, tecnología e innovación para apoyar su divulgación en líneas editoriales precisas, que pueden cambiar con el tiempo, pero que responderán a las dinámicas nacionales y regionales en la generación de conocimiento en CTeI, pensando llegar a diferentes públicos.

Por otro lado, para hacer partícipe a la sociedad en general en el proceso de desarrollo basado en la ciencia, la tecnología y la innovación, se **fomentará la participación ciudadana en los procesos de generación y apropiación de nuevo conocimiento**. El nuevo siglo ha traído cambios en la manera como la sociedad se comunica. Hoy en día lo importante y efectivo no es entregar mensajes, difundir contenidos de CTeI, sino lograr reacciones, motivar cambios de conducta, generar opinión y propiciar la participación. La efectividad del mensaje se mide y se evalúa por la manera como el receptor actúa luego de recibir ese nuevo conocimiento o esa nueva información. El reto de esta estrategia está en lograr una participación activa en los procesos de generación y apropiación de nuevo conocimiento.

Como complemento, **se apoyarán proyectos que promuevan los espacios interactivos** y las instituciones que trabajan por la apropiación social de la CTeI. Así como en la estrategia anterior, es indiscutible que los espacios públicos como los museos, han evolucionado hasta cambiar su esencia, la interactividad se ha convertido en la fuerza que promueve un efectivo

impacto en la comunicación y la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. Estos escenarios convocan ya a ciertos públicos en torno a la ciencia y la tecnología, ventaja que se debe aprovechar para fortalecer programas de dichas instituciones en función del desarrollo de estrategias sistemáticas para el aprendizaje a lo largo de la vida, así como para convocar actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación al diálogo con la ciudadanía en torno a políticas, programas y proyectos de investigación e innovación , con el ánimo de fortalecer los mecanismos de participación de la ciudadanía en procesos de generación, apropiación y uso del conocimiento.

La implementación de las Buenas Prácticas de Investigación (BPI) alrededor de la financiación de proyectos tanto a instituciones como a empresas, además de elevar la calidad de la investigación tiene el potencial de convertirse en una importante herramienta de apropiación social del conocimiento. El papel de la ciencia y la tecnología en el bienestar de la sociedad en el mediano y largo plazo, la formación de capital humano para la investigación, el registro y socialización de los insumos y resultados de investigación, la confianza mutua entre sector productivo e investigador son elementos que aglutinan a los diferentes actores del SNCTeI, los cuales permiten una mayor apropiación, mayores efectos demostrativos y una expansión del sistema con la incorporación de nuevos miembros.

Finalmente, para hacer del proceso de apropiación social un proceso transparente para la sociedad, se **creará un sistema de seguimiento y evaluación de la apropiación social de la CTeI**. Para este fin se ordenará y dará coherencia a las actividades, propuestas, proyectos y programas que se apoyen en el tema de apropiación social de las CTeI, de manera que no se convierta en un puñado de acciones, atomizadas, sin norte, sino en un sistema donde cada actividad desempeña un papel clave que aporta a las demás. Esta coherencia permitirá generar un sistema de evaluación, por medio del cual se pueda distinguir fácilmente cuál de ellas tiene más impacto y por tanto debe reforzarse su apoyo.

5.Focalizar la acción pública en áreas estratégicas.

Tal como se señaló en el diagnóstico, las iniciativas de la política pública requieren una focalización para incrementar su impacto. El supuesto fundamental es que así como ocurre con la estructura productiva que se especializa de acuerdo con la explotación de ventajas comparativas y creación de ventajas competitivas, las capacidades científicas tecnológicas y de innovación también se especialicen, de tal forma que tengan la habilidad de alcanzar la frontera del

conocimiento en áreas donde Colombia se encuentre más cerca o hacia donde se decida que es necesario en función de las prioridades del país. Esto requiere que los esfuerzos tanto públicos como privados se concentren de tal manera que alcancen alto impacto y se evite la dispersión de recursos.

El objetivo de la estrategia de focalización de la acción pública en áreas estratégicas es complementar las iniciativas de focalización desarrolladas por el Gobierno Nacional a través de la Política Nacional de Competitividad, de tal manera que las decisiones de priorización de actividades económicas tengan correspondencia con las decisiones de priorización de desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación. Esto permitirá que se defina una visión de desarrollo científico y tecnológico de largo plazo para el país que consulte las necesidades de transformación productiva y competitividad.

Para el logro de este objetivo se plantean cuatro acciones concretas: En primer lugar, la implementación de un programa de análisis y estudio permanente de **áreas estratégicas** según capacidades científicas y tecnológicas y dotaciones naturales con un **mecanismo de revisión periódico** para establecer cambios en caso de ser necesarios. Las áreas estratégicas son no excluyentes y deben responder a problemas presentes, pero el énfasis está puesto en que la focalización de recursos y acciones permita aprovechar oportunidades futuras de desarrollo. Como punto de partida, se han identificado las siguientes áreas estratégicas: energía y recursos naturales; biotecnología; salud; materiales y electrónica; tecnologías de información y comunicaciones[24], logística y diseño, y por último, construcción de ciudadanía e inclusión social.

En segundo lugar, las entidades públicas del SNCTeI acompañarán la promoción de sectores estratégicos de la Política Nacional de Competitividad, en particular del Programa de Transformación Productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el cual a la fecha ha identificado los sectores de: 1. Servicios tercerizados a distancia (BPO&O); 2. software y servicios de tecnologías de la información; 3. Cosméticos y artículos de aseo; 4. Turismo de salud; 5. Autopartes; 6. Energía eléctrica, bienes y servicios conexos; 7. Industria de la comunicación gráfica y 8. Textiles, confecciones, diseño y moda. Una de las estrategias será la **financiación de proyectos de investigación y programas de formación de alto nivel específicos** para los sectores o actividades identificadas y priorizadas, de tal forma que se

[24] Esta área estratégica incluye temas como la gestión de la información y tecnologías espaciales.

garantice el fortalecimiento de las capacidades de generación y adaptación de conocimiento en dichas actividades.

En tercer lugar, se apoyarán **desarrollos de alta, media y baja complejidad tecnológica** en los cuales se dé la incorporación de valor agregado basado en el conocimiento.

En cuarto lugar, se identificarán las necesidades de personal e infraestructura del sistema nacional de calidad de tal manera que se apoyen las áreas estratégicas.

Por último, el Gobierno Nacional establecerá una **política de clusters, cadenas de valor, parques tecnológicos u otras formas de aglomeraciones** con la cual se oriente la acción pública alrededor de iniciativas privadas de innovación.

6.Desarrollar y fortalecer capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación.

La disparidad que caracteriza la localización de las capacidades científicas y tecnológicas tiene un efecto negativo sobre la capacidad para generar valor agregado en la actividad económica que se lleva a cabo en distintas regiones y así contribuye a profundizar las brechas de ingresos entre regiones y de capacidades para generar riqueza a sus habitantes.

Por esta razón, se hace necesario elaborar estrategias que garanticen la inclusión de las regiones en las acciones planteadas en esta política, de forma tal que todas las regiones puedan generar capacidades de ciencia, tecnología e innovación de acuerdo con su vocación y potencialidad.

La primera estrategia que apunta en esa dirección es **fortalecer las capacidades regionales para la generación, gestión y uso del conocimiento**. Esto se llevará a cabo a través del fortalecimiento de los sistemas regionales de CTeI, con lo cual se busca el mejoramiento en la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de CTeI por parte del los entes territoriales.

Las acciones propuestas están orientadas a proporcionar capacidades de integración de las regiones con las decisiones de política que tome el país en CTeI. Para ello, se realizará la gestión interinstitucional para fomentar la integración de la estrategia de regionalización del SNCTeI con el Sistema Nacional de Competitividad y el de apoyo a las Mipymes. Además se promoverá la generación de capacidades territoriales en gestión de la CTeI, mediante la

capacitación de actores regionales, tanto de entidades públicas como privadas relacionadas con la gestión del conocimiento y la innovación.

Así mismo, se apoyará el diseño y desarrollo de instrumentos regionales de financiación de las actividades de CTeI, se fomentarán programas de investigación e innovación con vocación regional que conduzcan al desarrollo regional y se promoverá el uso de las TIC para la generación, gestión y uso de conocimiento.

Para fortalecer la investigación en las regiones, la segunda estrategia consiste en **apoyar la investigación (generación de conocimiento) en instituciones educativas de básica, media y superior y centros de investigación y desarrollo tecnológico**, a través del apoyo financiero a la adquisición de equipos robustos[25] de investigación y facilitar que éstos sean compartidos entre los diferentes actores regionales del SNCTeI y fomentar las alianzas de grupos de investigación consolidados con grupos incipientes, con miras a cerrar las brechas de capacidades en CTeI entre las regiones del país. Como complemento a estas acciones orientadas a capital físico y capital humano, se apoyará la adquisición y el acceso a bibliografía especializada, se establecerá un proceso de mejora continua en el registro y clasificación de grupos e instituciones de investigación y se desarrollará una política para el reconocimiento de costos indirectos de los centros de investigación y desarrollo tecnológico.

Otra acción concreta de esta estrategia es adelantar procesos de divulgación de los instrumentos de la convocatoria de financiación de proyectos de investigación e innovación en el sector agropecuario, en las regiones a través de talleres de socialización y cursos de Buenas Prácticas de Investigación. Adicionalmente se involucrarán en la evaluación de propuestas, pares evaluadores de las regiones y se promoverá la articulación de instituciones de investigación del orden regional con aquellas del orden nacional.

Finalmente, se **consolidará la inserción internacional de la CTeI colombiana**. Las acciones que se llevarán a cabo para el desarrollo de esta estrategia consisten en facilitar el acceso de los grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico del país a recursos tanto intelectuales como financieros del orden regional e internacional, aprovechar la diáspora científica a través de la articulación de las capacidades nacionales en CTeI con investigadores

[25] Los equipos robustos son aquellos cuyo costo supera los USD$ 100.000.

colombianos en el exterior y desarrollar la capacidad de cooperación horizontal, es decir, apoyo a países de América Latina y el Caribe en áreas donde Colombia ha desarrollado capacidades institucionales y humanas en CTeI.

VI. RECOMENDACIONES

El Departamento Nacional de Planeación (DNP), Colciencias, el Sena, el Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio de Defensa Nacional, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Ministerio de Comunicaciones, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de la Protección Social, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Minas y Energía, Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional, Superintendencia de Industria y Comercio e ICETEX recomiendan al CONPES:

1. Aprobar los lineamientos del presente documento

2. Declarar de importancia estratégica para el país, el proyecto de inversión "Capacitación de Recursos Humanos para la Investigación", de Colciencias en los términos del artículo 10 de la Ley 819 de 2003, para el desarrollo de la estrategia de apoyo a la formación para la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), de acuerdo con lo aprobado por el Confis y el Marco de Gasto de Mediano Plazo. Tal como está previsto en la nueva ley de CTeI (Art. 21), se elaborará anualmente un Marco de Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación, que permita la gestión de recursos para el cumplimiento del proyecto en sus siguientes etapas.

3. Solicitar a Colciencias, el Sena, DNP, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MCIT), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT):
    - En un término de 6 meses, estructurar un portafolio de incentivos compuesto por programas de cofinanciación, créditos, subsidios o premios, entre otros de forma que contemple las necesidades de las empresas según el nivel de desarrollo tecnológico y la etapa del ciclo de vida en que se encuentran.

4. Solicitar a Colciencias, Sena, DNP, MCIT y MADR:

- En un plazo de un año, poner en marcha un esquema de evaluación de operación y/o impacto a los principales instrumentos de la política nacional de ciencia, tecnología e innovación, de acuerdo con el alcance técnico que establezca el Comité Intersectorial de Evaluación de Gestión y Resultados coordinado por el DNP. El esquema de evaluación será financiado con recursos de una o más de dichas entidades.
- En un año, identificar, establecer y tener líneas de base hasta el nivel de beneficiarios, con el fin de permitir la implementación de sistemas de seguimiento, control y evaluación.

5. Solicitar a Colciencias:
    - En el plazo de un año complementar los instrumentos existentes con un esquema de consultoría tecnológica para beneficiar al menos 100 empresas con un enfoque de demanda, que apoye la identificación de oportunidades de innovación productiva y las actividades de búsqueda, negociación, adquisición y transferencia de tecnología basadas en las capacidades de las empresas.
    - En el plazo de un año desarrollar un esquema de incentivos compuesto por programas de cofinanciación, créditos, subsidios y premios, entre otros, para proyectos de adaptación de tecnología internacional.
    - En un plazo de seis meses, adelantar gestiones para la obtención de créditos con la banca multilateral y convenios entre instituciones del nivel internacional, nacional y territorial para apalancar recursos para la CTeI.
    - En un plazo de un año, proponer incentivos para dinamizar actividades de transferencia de resultados de las universidades y centros de investigación hacia el sector productivo.
    - En un año y seis meses, estructurar y poner en marcha el Sistema Nacional de Información de CTeI. Este debe incorporar un sistema de seguimiento continuo a la gestión de las entidades públicas del SNCTeI y la divulgación de sus resultados.
    - Incrementar los montos destinados al programa jóvenes investigadores e innovadores para apoyar 300 beneficiarios, en un plazo de un año.
    - Con plazo de un año, incrementar el apoyo a las pasantías posdoctorales.

- Con plazo de seis meses incorporar la formación de mediadores de CTeI dentro de los apoyos para CTeI.
- Presentar en el plazo de seis meses una estrategia de fortalecimiento de los sistemas regionales de CTeI, en concordancia con los criterios de regionalización del Sistema Nacional de Competitividad y de apoyo a Mipymes.
- En el término de un año, poner en marcha la estrategia de fortalecimiento regional de la CTeI, que debe incluir un paquete de incentivos como cofinanciación, créditos, subsidios y premios, para la financiación y fomento de la investigación e innovación con miras al desarrollo regional.
- En un plazo de un año, continuar con el proceso de mejora en el registro y clasificación de grupos e instituciones de investigación.
- En un año, establecer los lineamientos de una política de apoyo a la adquisición de equipos "robustos" de investigación y de uso compartido de los mismos.
- En un plazo de un año, elaborar un proyecto para facilitar el mejoramiento de la infraestructura informática y de conectividad de Colciencias, y de esta forma fortalecer su rol de articulador de SNCTeI mediante el uso intensivo de tecnologías de la información y las comunicaciones.
- En un año, diseñar y establecer los criterios necesarios para el reconocimiento de los costos indirectos con los aportes públicos a entidades que realicen actividades de ciencia, tecnología e innovación.
- Realizar el seguimiento a la ejecución de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

6. Solicitar a Colciencias, Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) y DNP:
    - En seis meses, elaborar y presentar un marco de inversión en CTeI de mediano plazo, acorde con el Marco Fiscal de Mediano Plazo, el Marco de Gasto de Mediano Plazo y el Plan Nacional de Desarrollo.
    - En un plazo de dos años, institucionalizar la elaboración de un ejercicio de planeación de largo plazo de la política en CTeI, en el que participen conjuntamente las entidades públicas y privadas relacionadas con el tema.

7. Solicitar a Colciencias, MHCP, DNP y MCIT
    - En un plazo de un año, identificar los obstáculos que han impedido el desarrollo de esquemas financieros diferentes al crédito y proponer los cambios normativos necesarios para dinamizar la creación de fondos de capital semilla, fondos de capital de riesgo (*venture capital*), y fondos de capital privado (*private equity*) para la financiación de empresas y sus proyectos de desarrollo e innovación tecnológica.

8. Solicitar a Colciencias y el Sena:
    - En un año, poner en marcha la estrategia de creación y fortalecimiento de unidades de investigación aplicada dedicadas a la solución de problemas o aprovechamiento de oportunidades en las empresas.
    - En un plazo de 6 meses iniciar un esquema de formación de líderes para la innovación empresarial, que opere mediante formación por proyectos y utilización de una plataforma de educación virtual.
    - En seis meses, lanzar un programa de capacitación tecnológica a la medida dirigida al sector empresarial.

9. Solicitar a Colciencias, DNP y MCIT:
    - En el plazo de un año, establecer una **política de clusters, cadenas de valor, parques tecnológicos u otras formas de aglomeraciones** con la cual se oriente la acción pública alrededor de iniciativas privadas de innovación.
    - En el plazo de un año, consolidar la metodología del Programa de Transformación Productiva para la identificación, exploración, y promoción de áreas estratégicas de largo plazo.
    - En un plazo de un año, diseñar estrategias para fortalecer el desarrollo del conocimiento requerido para aumentar la competitividad de los sectores incluidos en el Programa de largo plazo para el Crecimiento Sostenido de la Economía y el Empleo y la transformación productiva.
    - En un plazo de un año, elaborar un documento de política que establezca los lineamientos para utilizar las compras públicas en la promoción de la innovación.

10. Solicitar a Colciencias y Ministerio de Comunicaciones:

- En el plazo de un año elaborar y poner en marcha un plan para incrementar la divulgación de procesos de investigación e innovación y su impacto por televisión, radio e Internet.

11. Solicitar a Colciencias, Sena y MADR

- En un plazo de un año, institucionalizar las Buenas Prácticas de Investigación – BPI - como un instrumento de apropiación social del conocimiento.
- En un plazo de un año, adelantar procesos de divulgación de los instrumentos de las convocatorias de I+D+I en las regiones a través de talleres de socialización y cursos de Buenas Prácticas de Investigación.
- En un plazo de un año, involucrar en la evaluación de propuestas, pares evaluadores de las regiones y promover la articulación de instituciones de investigación del orden regional con aquellas del orden nacional.

12. Solicitar al MADR

- En un plazo de un año, fortalecer y desarrollar un sistema de asistencia técnica para pequeños productores teniendo como apoyo, entre otros, el incentivo a la Asistencia Técnica previsto en el Programa Agro Ingreso Seguro (AIS).
- En un plazo de 1 año, establecer criterios de priorización de beneficiarios del Incentivo a la Capitalización Rural (ICR), que privilegien inversiones en innovación para pequeños y medianos productores.
- En dos años, desarrollar las Agendas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación por cadena productiva con el objeto de asegurar metas de mejoramientos en rendimientos y productividad.

13. Solicitar al Ministerio de Defensa Nacional (MDN)

- En un plazo de un año, desarrollar un proyecto de identificación de capacidades industriales nacionales que puedan ser potenciadas a través de **acuerdos de compensación (*offset*)** como una medida de fortalecimiento de la transferencia internacional de tecnología.

- En un plazo de un año diseñar y crear el centro virtual de investigación en tecnologías de defensa y seguridad, que funcione como una red de trabajo en donde se definan programas o líneas de investigación.

14. Solicitar a Colciencias y MDN:
    - En un plazo de seis meses, poner a consideración del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, o quien haga sus veces, la creación del Programa Estratégico en Tecnologías de Defensa y Seguridad.

15. Solicitar a Colciencias, Sena y DNP
    - Fortalecer los Programas Nacionales del SNCTeI, especialmente su capacidad de articular demandas del sector productivo para lo cual contará con un plazo de un año.

16. Solicitar al MCIT, SIC, MDN y Colciencias
    - En un plazo de 1 año, expandir y fortalecer la infraestructura de servicios metrológicos mediante el establecimiento de convenios entre entidades de Gobierno, universidades, centros de investigación y fuerzas militares, y a través de convenios de cooperación internacional en materia de Obstáculos Técnicos al Comercio y medidas sanitarias y fitosanitarias.

17. Solicitar al MCIT y la SIC
    - En un plazo de un año, garantizar la trazabilidad de los patrones nacionales de mediciones y la calidad en los laboratorios de referencia metrológica para mejorar la prestación de servicios metrológicos que puedan ser utilizados en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.
    - En un plazo de un año, identificar las necesidades de personal e infraestructura del sistema nacional de calidad, con énfasis en metrología, de tal manera que se apoyen las áreas estratégicas y el programa de largo plazo para el Crecimiento Sostenido de la Economía y el Empleo y la Transformación Productiva.

18. Solicitar a Colciencias, el Sena, MCIT y MEN.

- En un año, elaborar y comenzar la ejecución de un programa para fomentar el emprendimiento en todos los niveles educativos.

19. Solicitar a Colciencias, el Sena y el MEN

- En un término de un año, elaborar un modelo de mejores prácticas de investigación, que incluya un plan de capacitación en gestión de la investigación, intercambio de experiencias con expertos internacionales y sistematización de experiencias exitosas.

20. Solicitar a Colciencias, el Sena y el MCIT:

- En el plazo de seis meses, programar la realización periódica de ruedas de negocios conjuntas que involucren empresarios, emprendedores, investigadores e inversionistas, en lo posible teniendo como eje articulador los comités universidad-empresa.
- En un plazo de un año, presentar y poner en marcha el programa de emprendimiento de alto contenido tecnológico, logrando 7 iniciativas empresariales que surjan de la investigación realizada en las universidades. Este programa implicará desde la reestructuración del esquema de incentivos para la incubación de empresas hasta el apoyo a emprendimientos en las Instituciones de Educación Superior.

21. Solicitar al Ministerio de Educación Nacional (MEN):

- Formular y presentar en el plazo de un año, los lineamientos de política para la acreditación de alta calidad para programas de maestría y doctorado.
- En un plazo de un año, fortalecer la política orientada a crear nuevos programas de maestrías y doctorado con capacidad nacional de investigación en las regiones.
- En un plazo de dos años, crear como parte de la ejecución del crédito con Corea 5 centros de producción de contenidos.

22. Solicitar al MEN y MRE:

- En un plazo de 18 meses, definir y poner en marcha una estrategia que promueva intercambio científico y tecnológico de nuestras universidades con otros países, dándole prioridad dentro de las negociaciones de cooperación.

23. Solicitar al MEN e ICETEX:

- En seis meses, diseñar y dar apertura a una convocatoria para la promoción de formación del recurso humano en ciencias básicas y otras áreas estratégicas.

24. Solicitar a Colciencias y el MEN:

- En ocho meses, elaborar un plan para incentivar la creación de semilleros de investigación y su vinculación a las dinámicas regionales.
- En un plazo de un año, incrementar la cobertura nacional del programa Ondas y Pequeños científicos.
- En un plazo de un año, poner en marcha un subsistema de indicadores que permita establecer el esfuerzo investigativo de las IES públicas y privadas. Este subsistema debe dar cuenta del inventario de las capacidades instaladas para investigación en las IES.

25. Solicitar al DNP, MEN, Sena y Colciencias:

- En un término de 8 meses, elaborar una propuesta de política que promueva la convergencia entre necesidades actuales y futuras del sector productivo y la oferta educativa de diferentes niveles y modalidades.

26. Solicitar al MEN, a Colciencias y al Ministerio de Comunicaciones (MC):

- En un plazo de un año consolidar la red de instituciones académicas y de investigación Renata, alcanzando un total de 15 centros de investigación conectados y fomentar desarrollo de proyectos colaborativos en las áreas estratégicas.

27. Solicitar al Ministerio de Comunicaciones:

    - En un plazo de un año, promover la utilización de radio y televisión pública nacionales como plataforma de divulgación científica y educativa, con al menos un nuevo espacio en cada medio.

28. Solicitar a Colciencias, Sena, DNP, MCIT, MADR, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Protección Social, Ministerio de Comunicaciones, MRE y MAVDT

    - En un plazo de 3 meses, con efecto para todos los instrumentos y programas que tengan disponibles y de acuerdo a la competencia de cada entidad, priorizar las siguientes áreas estratégicas**,** sin perjuicio de las prioridades de la política de transformación productiva: energía y recursos naturales; biotecnología; salud; materiales y electrónica; tecnologías de información y comunicaciones; logística y diseño; y por último, construcción de ciudadanía e inclusión social. Estas áreas no excluirán el apoyo a otras áreas pero concentrarán el esfuerzo de las entidades para generar mayor impacto.

29. Solicitar al MCIT, SIC y Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE)

    - En un plazo de dos años, suscribir y ratificar convenciones de metrología con organismos internacionales, las cuales son necesarias para obtener el registro de capacidades científicas de medición de los laboratorios de metrología, y lograr permanente cooperación internacional científica y tecnológica en estas materias, en un plazo de un año.

30. Solicitar a Colciencias, MCIT, MRE y la Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional

    - En un plazo de 1 año, poner en marcha un plan de cooperación para la investigación, que involucre instrumentos para incentivar alianzas entre grupos de investigación consolidados e incipientes y entre investigadores nacionales e internacionales. En el marco del plan se deben establecer y escalar convenios internacionales de cooperación que faciliten la movilidad y formación de investigadores.

31. Solicitar a Colciencias, MRE y la Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional:
    - En el plazo de 1 año, poner en funcionamiento un plan de cooperación con países de América Latina y el Caribe que permita el desarrollo mutuo de capacidades institucionales y humanas en CTeI.

VII. REFERENCIAS

Alcaldía Mayor de Bogotá (2003). Mesa de Planificación Regional Bogotá – Cundinamarca: un espacio para unir voluntades.

Araújo Ibarra (2006). 500 nuevos productos y servicios para nueve regiones de Colombia, con gran potencial de mercado en Estados Unidos.

Baibich, Mario (2008). Fortalecimiento del uso de nuevas tecnologías: el programa nacional de nanotecnología de Brasil. desarrollada durante el Seminario Internacional sobre Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, Colombia

Banco Mundial (2007). Colombia 2006-2010: Una ventana de oportunidad. Notas de política presentadas por el banco mundial.

Cimoli et al (2005). Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina. Publicado en: Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina. Cepal, BID, 2005.

Colciencias (2005a). La percepción que tienen los colombianos sobre la Ciencia y la Tecnología.

Colciencias (2005b). Política de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. Documento CNCyT.

Colciencias (2006). Plan Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación 2007-2019. Informe de Avance. Propuesta de trabajo para divulgación y concertación.

Colciencias (2007). Fortalecimiento de las capacidades investigativas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Colciencias (2008). Política Nacional de fomento a la investigación (documento para discusión).

DANE, DNP y Colciencias (2005). Innovación y desarrollo tecnológico en la industria manufacturera colombiana 2003-2004.

DNP (1998). El futuro del sistema colombiano de innovación. Volumen II. Documento desarrollado con el apoyo de Colciencias y el Gobierno del Japón a través del Banco Mundial.

DNP (2005a). Agenda Interna para la productividad y la competitividad. Resultados del proceso y propuestas iniciales.

DNP (2005b). Visión Colombia II Centenario: 2019. Propuesta para discusión.

DNP (2007). Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Estado Comunitario: Desarrollo para todos.

DNP (2008). Proyecto de modernización de la administración financiera del sector público. Sistema Unificado de Inversiones y Finanzas Públicas. Informe de consultoría desarrollado por Luz Fabiola Gómez.

DNP et al. (2005). Innovar para una Colombia Competitiva. Propuesta de discusión para elaboración del documento "Bases de una política de desarrollo productivo basada en la innovación y el desarrollo tecnológico".

DNP et al (2008). Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional. Documento Conpes 3533 de 2008.

DNP y Colciencias (2006). Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación. 2019 Visión Colombia II Centenario.

DNP y MCIT (2004). Documento Conpes 3280. Optimización de los instrumentos de desarrollo empresarial.

DNP y MCIT (2007). Documento Conpes 3484. "Política Nacional para la transformación productiva y la promoción de las micro, pequeñas y medianas empresas: un esfuerzo público-privado".

Durán, Xavier et al (1998). La innovación tecnológica en Colombia: características por tamaño y tipo de empresa. Publicado por DNP.

Fedesarrollo (2005). Estudio sobre la evaluación del impacto de los incentivos tributarios otorgados para ciencia, tecnología e innovación.

Gouëset, Vincent (1998). Bogotá: nacimiento de una metrópoli. La originalidad del proceso de concentración urbana en Colombia en el siglo XX. Santafé de Bogotá Tercer Mundo

Hausmann, Ricardo y Dani Rodrik (2006). Doomed to choose: Industrial policy as predicament. John F. Kennedy School of Government.

Hausmann, Ricardo y Bailey Klinger (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. John F. Kenney School of government – Harvard University. Faculty Research Working Paper Series RWP06-41.

Hausmann, Ricardo y Bailey Klinger (2007). Achieving export-led growth in Colombia. Informe de consultoría. Quantum Advisory Group.

IMD (2007). World Yearbook Competitiveness 2007.

Khoudour-Castéras, David (2007). En busca de un nuevo El Dorado: Análisis del fenómeno migratorio colombiano. Universidad Externado de Colombia.

Langebaek, Andrés y Diego Vásquez (2007). Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana. Banco de la República: Borradores de Economía No. 433.

Larraín, Felipe (2006). Innovación en Chile: análisis y propuestas. Banco Interamericano de Desarrollo. Serie de estudios económicos y sociales. RE1-06-002.

Lundvall, B.-Å (1992). National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. Printer Publishers Ltd.

Maloney, William y Andrés Rodríguez-Clare (2005). Innovation Shortfalls. Banco Interamericano de Desarrollo. Red de centros de investigación. Working paper No. 543.

Mercer-Blackman, Valerie (2007). The impact of research and development tax incentives on Colombia's manufacturing sector: what difference do they make?. Research department. International Monetary Fund.

MADR (2006). Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 2006. Dirección de política sectorial.

Misión Ciencia, Educación y Desarrollo (1993). Colombia: al filo de la oportunidad. Informe de la misión de sabios. Tercer mundo Editores.

OCyT (2007). Indicadores de Ciencia y Tecnología. Edición de Bolsillo.

OECD (1997). National Innovation Systems.

OECD (2002). Manual de Frascati. Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental.

OECD (2005a). Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera edición.

OECD (2005b). Governance of Innovation Systems.

OGC (2007). Finding and Procuring Innovative Solutions. Evidence-based practical approaches. Department for Innovation, Universities & Skills. Office of government Commerce.

Oh, Se-Jung (2008). The Korean High-Level human resources development strategy and the construction of research capacities. Presentación desarrollada durante el Seminario Internacional sobre Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, Colombia

Oportunidad Estratégica (2006). La oferta y la demanda de formación avanzada en Colombia. Estudio técnico presentado al DNP y a Colciencias.

Pérez, Carlota (2000). Change of paradigm in Science & Technology Policy. The Cooperation South Journal. June.

Salazar, Juan Carlos (2007). Evaluación de algunos instrumentos de política de innovación y desarrollo tecnológico y de su impacto en el sector manufacturero. Informe final presentado al Departamento Nacional de Planeación.

Salazar, Juan Carlos y Adriana Montenegro (2003). La financiación de las iniciativas empresariales de innovación en Colombia. Estudio presentado al Departamento Nacional de Planeación.

Sierra, Pedro (2007). Apoyo a la definición de esquemas de financiación de actividades de ciencia, tecnología e innovación. Consultoría desarrollada para el Departamento Nacional de Planeación

World Economic Forum (2007). The Global Competitiveness Report 2007-2008.