

**INSTITUTO  
COLOMBIANO  
PARA EL  
DESARROLLO  
DE LA  
CIENCIA Y LA  
TECNOLOGÍA -**

**COLCIENCIAS**

# **COLOMBIA CONSTRUYE Y SIEMBRA FUTURO**

**POLÍTICA NACIONAL DE  
FOMENTO A  
LA INVESTIGACIÓN Y  
LA INNOVACIÓN**

**DOCUMENTO PARA DISCUSION**

Bogotá, D.C., Febrero 2008

## Contenido

Presentación: Colombia construye y siembra futuro.....	3
Introducción: Colombia una sociedad del conocimiento .....	6
1 Diagnóstico .....	10
1.1 Construcción de institucionalidad.....	10
1.2 Recursos humanos para la investigación .....	13
1.3 Grupos y centros de investigación en crecimiento y consolidados .....	15
1.4 Relaciones universidad-empresa.....	16
1.5 Inversión nacional en ciencia y tecnología .....	18
1.6 Valoración de las actividades científicas y tecnológicas en la sociedad colombiana..	22
1.7 Competitividad de la economía colombiana .....	23
2 Objetivos de la política.....	29
2.1 Política Social.....	29
2.2 Política de competitividad .....	31
3 Estrategias.....	33
3.1 Apoyo a la formación avanzada de investigadores .....	33
3.2 Consolidación de capacidades para CTI .....	35
3.3 Transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento.....	41
3.3.1 Apoyo a sectores de talla mundial .....	44
3.3.2 Salto en la productividad y el empleo.....	46
3.3.3 Formalización laboral y empresarial.....	48
3.4 Consolidar la institucionalidad del SNCTI.....	49
3.5 Fomento a la apropiación social de la CTI en la sociedad colombiana.....	52
3.6 Dimensiones regional e internacional de la CTI .....	54
4 Instrumentos de fomento a la investigación y la innovación .....	58
5 Anexo: Descripción de los instrumentos.....	60
5.1 Recuperación contingente .....	60
5.2 Cofinanciación.....	60
5.3 Incentivo a la innovación tecnológica vía crédito, Línea Bancoldex-Colciencias, Finagro - Colciencias.....	61
5.4 Riesgo tecnológico compartido.....	61
5.5 Créditos Educativos .....	62
5.6 Jóvenes investigadores e innovadores.....	63
5.7 Capacitación en el exterior de gerentes innovadores y personal vinculado a investigación y desarrollo e innovación.....	63
5.8 Intercambio de investigadores .....	64
5.9 Deducción por inversiones o donaciones en proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico .....	64
5.10 Exención de impuesto de renta sobre producción de software y medicamentos.....	64
5.11 Exención de IVA en la importación de equipos y elementos.....	65
5.12 Financiación de patentes o tecnologías protegibles.....	65
5.13 Financiación de eventos científicos .....	65
5.14 Vinculación de investigadores en empresas.....	66
5.15 Misiones tecnológicas empresariales .....	66
Referencias .....	67

## **Presentación: Colombia construye y siembra futuro**

La Política de Fomento a la Investigación y a la Innovación que expone este documento es un paso que da el gobierno nacional para responder a la responsabilidad que tiene de construir las condiciones más favorables para que el país se desarrolle integralmente en lo social, lo económico, lo político y lo cultural. Todas esas dimensiones de las actividades científicas y tecnológicas requieren de una acción política que se realice a través de estrategias concretas y realistas. En un mundo donde la ciencia, la tecnología y la innovación juegan un papel tan preponderante, y dado el potencial que tiene Colombia, avanzar en esta política es una tarea inaplazable.

Este documento presenta los principios, el diagnóstico, los objetivos, las estrategias y los instrumentos de la propuesta que le hace el gobierno nacional al país en la materia. Esta política se enmarca, como es natural, en las demás iniciativas que el gobierno adelanta para construir un país más competitivo y justo, de modo que actúa como el complemento fundamental que son la investigación científico-tecnológica y la innovación para la realización del plan de desarrollo nacional.

Parte de la convicción de que la generación y uso del conocimiento son dos de las fuerzas dinamizadoras de la sociedad. La transformación productiva y la solución de problemas sociales requieren el dominio de competencias científicas y tecnológicas y de la comprensión profunda del contexto en que se despliegan, para que actúen desde una perspectiva ética, política, social y económicamente pertinentes. Es claro que las actuaciones políticas parten del reconocimiento que la sociedad en su conjunto y sus líderes le hacen a los temas que consideran cruciales. En este sentido la política aquí expuesta se erige como pilar para potenciar a Colombia como una “sociedad del conocimiento”, y así poder capitalizar los recursos institucionales, intelectuales y naturales que posee para solucionar sus problemas.

El esfuerzo que ha hecho el país a lo largo de las últimas décadas permite construir sobre lo construido, sembrar en terrenos abonados y, en algunos casos, comenzar a cosechar frutos producidos. La institucionalidad que se ha venido configurando a través del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) es un activo político valioso; la actividad investigativa, así como las alianzas entre sector empresarial y grupos de investigación que se han ido configurando en el país, muestran tendencias crecientes y positivas, que requieren de un impulso aún más decidido. De otro lado, la inversión en actividades de ciencia y tecnología es deficiente a la luz de, virtualmente, todas las comparaciones internacionales e incluso regionales; pero existen instrumentos y será necesario ser imaginativos para crear nuevos incentivos que permitan avanzar al paso que se requiere. La apropiación social de la ciencia y la tecnología pone serios obstáculos para la innovación, lo que también repercute en la percepción que los empresarios tienen sobre el Sistema, bajando, entre otros, los índices de competitividad: allí se debe continuar con esfuerzos que permitan que la ciencia y la tecnología sean una dimensión más presente en el discurso y las acciones la sociedad colombiana. En suma, se trata de una compleja situación, en la que el país tiene que comprometerse con acciones que le permitan capitalizar el potencial que posee y corregir las deficiencias que lo ponen en desventaja frente a competidores e impiden solucionar problemas nacionales en los que la ciencia y la tecnología ofrecen posibles respuestas.

La política propone entonces dos grandes objetivos, sobre los cuáles es posible emprender acciones más puntuales. Por un lado, tanto la Visión 2019 Colombia II Centenario, como el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, hacen énfasis en la urgente necesidad de emprender acciones para un desarrollo social sostenido en que la pobreza, la desigualdad, la insuficiente cobertura y calidad de servicios de salud y educación, los altos índices de violencia, entre otros, se reduzcan drásticamente en los próximos años. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) engloban de manera concreta estas preocupaciones incluyéndolas además como parte de un compromiso que ha hecho Colombia con la comunidad internacional. La política de investigación e innovación para el desarrollo social tiene en estos objetivos su principal punto de referencia.

De otra parte, el esfuerzo que se haga para fomentar las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) debe repercutir de manera contundente en el desarrollo económico del país. Por ello el objetivo es que la CTI sean efectivamente la base de la Política Nacional de Competitividad, siguiendo así las recomendaciones del Consejo Nacional de Competitividad. La capacidad del sistema productivo para transformarse y enfrentar así a los competidores regionales y mundiales, depende de la innovación que se logre desplegar, generando así valor agregado en el portafolio nacional de bienes y servicios. De nuevo, Éste es un terreno que no es virgen, gracias a lo cual se puede y debe avanzar a partir de logros alcanzados, entre ellos: un número creciente de empresas innovadoras; las alianzas entre academia y empresas para el desarrollo de proyectos colaborativos y su complemento en las “ruedas de negocios” entre empresarios y grupos de investigación e innovación; la formación de ingenieros al más alto nivel posible; la preparación de técnicos y tecnólogos, en donde el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) debe jugar un papel de liderazgo indiscutible; y los instrumentos para que organismos del Estado, coordinados por Colciencias, fomenten la innovación en el sector productivo.

Durante ya varios años se ha discutido la necesidad de que Colombia identifique unos sectores estratégicos o “de talla mundial”, sobre los cuales concentrar gran parte de su capacidad y los convierta en la punta de lanza de su política de competitividad. Esa es una decisión política que implica diagnósticos certeros, valoraciones realistas de lo existente y lo que se requiere, amplios consensos intersectoriales y decisiones al más alto nivel. Ello ha llevado a un buen número de analistas a hacer distintas propuestas. Todos coinciden, sin embargo, en que cualquiera sea la alternativa o alternativas escogidas, se requiere una profunda transformación productiva en la que la innovación juegue un papel medular. Por lo mismo, el Sistema debe prepararse para satisfacer las eventuales demandas del país, y también dar pasos para identificar nichos de oportunidad estratégica basados en las capacidades, las demandas sociales y del mercado, y en los recursos naturales con que cuenta el país.

Ya hay pasos firmes hacia la consolidación de al menos un sector que se proyecta como potencialmente estratégico, en el que el país ha dado pasos importantes: los biocombustibles. Sin duda alguna la explotación de la palma y de caña de azúcar, para fines energéticos ha abierto un camino que se debe aprender a explotar para que sea socialmente benéfico, ambientalmente sostenible y económicamente rentable. Otras alternativas, como los combustibles a partir de biomasa no alimentaria, y el desarrollo de plantas de procesamiento requieren de una intervención técnicamente sofisticada y socioambientalmente provechosa para todos. Para ello, la investigación de todas las

dimensiones del fenómeno de los biocombustibles se pone a la orden del día como tema clave.

Ahora bien, una Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación exige dar pasos hacia la focalización de esfuerzos en áreas que se consideran fundamentales para el desarrollo del país y que garantizarían que futuras alternativas productivas no se establezcan en el vacío científico-tecnológico. Las “áreas fundamentales” de la investigación y la innovación, en las que el SNCTI debe comprometerse, son indispensables para el despliegue de las ventajas competitivas del país y actúan como plataforma para el lanzamiento de nuevas propuestas competitivas de Colombia. Por ello, esta política identifica áreas que son requisito para el desarrollo del país, como son: identificación y uso sostenible de la biodiversidad; aprovechamiento y preservación de recursos hídricos; desarrollo de la investigación en ciencias de la salud; estudios sociales colombianos concernientes a la paz y la cohesión social.

El SNCTI tiene un panorama del camino andado y de posibles alternativas que se pueden transitar. Por supuesto, para que se vuelvan realidad, se requieren estrategias e instrumentos específicos, que se discuten en el cuerpo de este documento. Algunos ya están en marcha, y se debe impulsarlos de forma más decidida. Otros deben ser creados o reformarlos. Lo importante es que no se parte de cero. El desafío es tomar lo mejor de un Sistema que está operando a pesar de sus limitaciones, impulsarlo y moverlo en la dirección que más le convenga al país, proporcionándole a la sociedad los recursos necesarios para que el conocimiento sea el catalizador que le permita construir el presente que quiere y sembrar el futuro que se merece.

## **Introducción: Colombia una sociedad del conocimiento**

Sofisticados y múltiples sistemas de comunicación y de computación que permiten interrelacionar inmensos volúmenes de datos, ponen al alcance de individuos, empresas y comunidades oportunidades para interrelacionar información que fluye del mundo entero y permite desarrollar nuevos paradigmas, más conocimiento, nuevos y diversos bienes y servicios. Las ideas propuestas, los resultados alcanzados hacen parte de la información que genera nuevas alternativas y el ciclo se repite incesantemente. Esta dinámica global se ha denominado como “sociedad del conocimiento”.

Reconocer el conocimiento como una fuerza dinámica, potencialmente al alcance de personas, organizaciones, regiones y países, confronta a todos ellos con el reto de crear las condiciones para transformar aquello que es sueño o idea, en realidades concretas. Para ser actores de la sociedad del conocimiento, es necesario tomar decisiones y acciones.

El desarrollo de una sociedad del conocimiento implica un cambio cualitativo en el uso y aplicación de la información para la generación de nuevos conocimientos, el cual debe estar basada en la educación y el aprendizaje. La generación de conocimiento y sus múltiples aplicaciones son elementos centrales para el desarrollo económico y social de las sociedades contemporáneas y son básicos para responder a los requerimientos y necesidades de la sociedad. Pero la construcción y el uso de conocimiento son procesos sociales, y como tal tienen fundamento y concreción en una cultura específica.

Al hablar de una sociedad del conocimiento es necesario referirse a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como herramientas que deben desarrollarse para la transferencia de información, buscando la generación y apropiación de conocimiento. Ello significa su incorporación en las personas, en las organizaciones y en la sociedad en general; es decir más que un problema tecnológico de uso de nuevas tecnologías es un problema cognitivo.

La tasa de producción de información del mundo moderno, y el avance rápido de conocimiento científico y tecnológico enfrenta a las sociedades a la necesidad de realizar esfuerzos muy grandes y sostenidos en el tiempo para mantener y fortalecer sus capacidades de investigación e innovación; representadas en talento humano altamente capacitado, centros y grupos de investigación sólidos, que se mueven en la frontera del conocimiento para encontrar “ventanas de oportunidad”, y empresas innovadoras que llevan el conocimiento a sus líneas de producción.

En las economías modernas, la única forma real de asegurar la competitividad global a largo plazo, el uso óptimo de los factores de producción y por ende una mayor equidad, es logrando que el conocimiento dinamice los factores productivos para la generación de valor agregado. Así se garantiza la viabilidad y rentabilidad de la estructura productiva, toda vez que la producción, transmisión, transformación, adaptación, y apropiación de conocimiento produce dividendos. La cultura y las dinámicas regionales deben ser tenidas en cuenta en estos procesos, pues las opciones técnicas y productivas tienen determinantes socioculturales y medioambientales críticos.

De acuerdo con el Informe Nacional de Competitividad 2007, elaborado por el Consejo Privado de Competitividad, las economías más competitivas son aquellas que tienen los mayores niveles de productividad. En consecuencia, son las mejoras en productividad las que permiten aumentar en forma sostenida los ingresos de la población. Una mejora sustancial en la competitividad del país con base en un incremento de la productividad de los sectores y en un aumento en las exportaciones per cápita se traduce en mayores ingresos para los trabajadores, en una mejor rentabilidad para las empresas y en un mayor bienestar para todo el país.

Entre las alternativas para lograr incrementos en la productividad, aquellas que se basan en el desarrollo y uso del conocimiento son las que tienen mayores potencialidades en el mediano y largo plazo. Es en ellas y con ellas con las que se compete en la economía global.

Reconocer las imperfecciones del mercado en el campo de la producción y uso del conocimiento ha llevado a comprender que corresponde al Estado el fomento de las actividades de investigación e innovación, buscando que el conocimiento generado se aplique a la solución de problemas sociales y productivos. Fortalecer la “infraestructura” de producción de conocimiento, esto es formación de investigadores, mejora de laboratorios de investigación y desarrollo (I+D), adecuación de sistemas de información, acceso a bases de datos y demás requerimientos de la investigación, hasta el punto en que adquiera la capacidad de producir resultados que sean de interés para las empresas, es fundamentalmente una tarea del Estado en la cual la inversión de recursos es esencial.

Hoy en los países avanzados el mayor esfuerzo e inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación corre a cargo de las empresas (dos tercios las empresas y un tercio el Estado). Éste es el resultado de la creciente apropiación de resultados de investigación por las empresas, al obtener beneficios económicos, sociales y medioambientales de estas inversiones. Pero llegar a estos niveles de inversión empresarial, en investigación e innovación, ha sido el producto del desarrollo de capacidades de producción de conocimiento (oferta) que sea apropiable por las empresas y el desarrollo de una base productiva conformada por empresas que su competitividad se fundamenta en la incorporación de conocimiento (demanda).

Pero crear el círculo virtuoso en el cual las empresas invierten en investigación porque les es rentable, requiere crear estímulos y señales claras que transformen el aparato productivo en un demandante activo de conocimiento (esto es lo que tienen y fortalecen constantemente los países desarrollados y los que han entendido cómo se compete en la sociedad del conocimiento).

En Colombia el Gobierno Nacional ha tomado la decisión firme de avanzar por esta senda. Por ello, la Visión 2019 de Ciencia, Tecnología e Innovación tiene como propósito **“Producir, difundir, usar e integrar el conocimiento para contribuir a la transformación productiva y social del país”**, proponiendo soluciones a problemas sociales fundamentales, como son el empleo, la seguridad, la pobreza y la salud, mediante el apoyo al desarrollo científico-tecnológico y la innovación en Colombia. La estrategia de competitividad al 2032 basa sus estrategias de transformación productiva en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, y el Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010 “Estado Comunitario: desarrollo para todos”, establece como

una de las dimensiones especiales del desarrollo, la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI).

En consecuencia, se reconoce a la ciencia, la tecnología y la innovación como las bases para el incremento de la productividad y competitividad, para lo cual se debe contar con los recursos suficientes para la generación, uso y apropiación del conocimiento necesario para la transformación productiva y social que requiere adelantar el país.

“Colombia construye y siembra futuro” es la propuesta que Colciencias presenta al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCyT), a los distintos actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y a la sociedad para que se defina la política que oriente, en los próximos años, el esfuerzo público y privado en el desarrollo y uso del conocimiento para beneficio de los colombianos.

Esta propuesta se compone de un diagnóstico sobre la situación del desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia. A partir de este, se formulan unos objetivos de política, fundamentados en la Visión 2019, el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, la política de competitividad al 2032 y los Objetivos de Desarrollo del Milenio. El capítulo tercero desarrolla las estrategias de la Política de Fomento a la Investigación e Innovación. Y el cuarto propone un conjunto de instrumentos con que se cuenta para implementar dichas estrategias.

La definición de una política permitirá diseñar planes de acción, programas y proyectos que la transformen en realidad, que guíen la asignación de recursos y establezcan metas en el tiempo. De esta manera se podrá evaluar el avance y hacer oportunamente los ajustes requeridos para lograr los objetivos propuestos. Esta es la tarea que ahora se debe afrontar y cuyo éxito depende del esfuerzo de todos.

¿Que se entiende por innovación?

La innovación, entendida como incorporación de conocimiento al proceso productivo, es una determinante de la competitividad y el crecimiento, ya que permite obtener nuevos procesos, productos y servicios, que al realizarse en el mercado modifican la capacidad de competencia de los productores. La fuente de toda mejora de competitividad es la acumulación de capacidades a nivel de la firma.

Numerosas son las definiciones del término innovación. Las que utilizan las agencias de estadística de los países miembro de la OECD y de América Latina, basadas en los Manuales de Oslo y de Bogotá, tratan de ser precisas con el objeto de facilitar la medición. El Manual de Oslo (OECD/Eurostat, 2005), en su tercera versión, introduce una nueva definición - mucho más amplia que las anteriores: “una innovación es la implementación de un producto (bien o servicio) nuevo o significativamente mejorado, un proceso, un método de mercadeo nuevo, o un método organizacional nuevo en las prácticas empresariales, la organización del trabajo o las relaciones externas”. Si bien esto ayuda a determinar cuándo la innovación se ha realizado, faltaría por determinar el tipo y las características de las actividades que pueden conducir a innovaciones. Alrededor de esta idea, Jones y colegas (2003) citan algunos autores que ayudan a comprender mejor qué es un proceso de innovación:

- De acuerdo con Livingstone (2000), innovación es el proceso mediante el cual las ideas son transformadas, a través de actividades económicas, en resultados creadores de valores sostenibles.



- Innovación es un proceso a través del cual se extrae valor económico del conocimiento, mediante la generación, desarrollo e implementación de ideas para producir productos, procesos y servicios (Conference Board of Canada, 2001).

- Romer (1992) dice que innovación cubre ese “millón de pequeñas cosas” que mejoran la operación de las empresas y las organizaciones.

En esta misma línea, actores del SNCTI han adoptado la siguiente definición: “La innovación es el proceso mediante el cual la sociedad extrae del conocimiento, beneficios económicos, ambientales y sociales”.

La innovación como proceso social, se basa en la producción e intercambio de conocimiento entre múltiples actores, internos y externos a las organizaciones. La innovación no la hacen las empresas ni los centros de investigación o desarrollo tecnológico de manera aislada, sino que es el producto de una red de agentes sociales que involucra desde los proveedores de bienes y servicios hasta los usuarios y clientes. Esto es lo que describe la literatura, bajo el concepto de sistema de innovación, que incluye todo el sistema educativo y de investigación, el sistema financiero, el sector productivo, y el sistema de gobierno, entre otros (ver modelo de sistema de investigación e innovación adoptado para el caso colombiano en la sección 3.4).

El concepto de innovación indudablemente es amplio, e incluye actividades que conllevan al cambio técnico en las empresas y los países. Las actividades de innovación comprenden entre otras, la adquisición de tecnología, bien sea incorporada en bienes de capital o no incorporada (por ejemplo patentes, licencias, *know-how*, asesoría técnica), la capacitación, las actividades de I+D, los cambios organizacionales y de comercialización. La compra o adquisición “exógena” de tecnología para la solución de problemas no es una característica de los países en desarrollo; la “transferencia tecnológica” ha sido mucho más importante y voluminosa entre países industrializados que en los intercambios científicos y tecnológicos entre países “desarrollados” y “en desarrollo” (Edgerton, 2007). Esto significa que la tecnología no tiene que ser permanentemente reinventada: históricamente la gran mayoría se adquiere a través de distintos mecanismos, tales como compra de bienes de capital y bienes de consumo, inversión extranjera, y adquisición de patentes y licencias.

# 1 Diagnóstico<sup>1</sup>

La situación actual del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) se puede calificar como el resultado de un desarrollo sostenido, pero lento e insuficiente para las necesidades y las demandas del país en la materia. Lo primero es reconocer la existencia de un Sistema, que funciona, pero al que es necesario imprimirle un mayor dinamismo para capitalizar lo que se ha sembrado. Este sistema se refleja en recursos humanos altamente capacitados y capacidades para hacer CTI, materializadas en grupos, centros de investigación y desarrollo tecnológico, universidades y empresas, y las redes y alianzas que se dan entre ellos para la generación y uso de conocimiento. El Sistema tiene dos grandes limitantes, unos recursos financieros escasos e inestables, y una baja valoración de la CTI en la sociedad colombiana. Esto finalmente tiene consecuencias importantes en la competitividad de la economía colombiana.

A pesar de las limitaciones se tienen importantes logros sobre los cuales es posible y necesario seguir construyendo. El país tiene un entramado institucional que, aunque es aun vulnerable, ha mostrado continuidad y tenacidad, y se refleja en desarrollos exitosos. Se puede notar un importante avance en los últimos 15 años, representado en los grupos y centros de investigación que mantienen una tradición gracias a la cual han alcanzado reconocimiento internacional; el creciente número de alianzas entre grupos de investigación y empresas muestran desarrollos que resuelven problemas a través de innovaciones que están produciendo mayor competitividad para esos sectores. Sin embargo, es igualmente importante reconocer que la actividad científica, medida en términos de publicaciones, formación de personal altamente calificado, y patentes, entre otros, así como la dinámica empresarial para buscar conocimiento que le permita competir, sigue estando a la zaga de otros países de la región.

## 1.1 Construcción de institucionalidad

El SNCTI tiene unos principios, una normatividad y unos órganos de dirección que lo sustentan. Tiene una institucionalidad<sup>2</sup> e imagen definida, no solo dada por la Ley 29 de 1990, conocida como Ley de Ciencia y Tecnología, sino por una comunidad de investigadores, un creciente número de empresarios y de organizaciones públicas y privadas, nacionales e internacionales que le otorgan, al Sistema y a Colciencias, el reconocimiento social y liderazgo, a través de acuerdos comunes y metas compartidas.

---

<sup>1</sup> Este capítulo se construyó sobre el diagnóstico presentado en la Visión Colombia II Centenario 2019 “Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación”.

<sup>2</sup> Si se acepta la distinción entre organizaciones e instituciones, esto puede ayudar a analizar el concepto de “construcción de una institucionalidad”. Las organizaciones se definen como estructuras formales con un objetivo explícito y creadas conscientemente, y las instituciones como un conjunto de hábitos comunes, rutinas, o normas que regulan las relaciones y las interacciones entre individuos y grupos. Entonces el asunto es de legitimidad no de legalidad, aunque un marco legal puede contribuir a la construcción de instituciones. La institucionalidad se da en la construcción y aceptación de normas sociales, más que en reglas formales, aunque estas pueden estar soportadas en documentos legales.

Como esquema operativo, las instancias de decisión y coordinación del Sistema son el Consejo Nacional, los Consejos de los Programas Nacionales y las Comisiones Regionales o Consejos Departamentales. Todos ellos fueron concebidos para ser los espacios naturales donde se integran las políticas públicas, al estar conformados por miembros de la academia, el sector productivo y el gobierno<sup>3</sup>. A su vez, el Sistema está integrado por varios tipos de organizaciones que son las que efectivamente realizan actividades de investigación e innovación, entre ellas se destacan las universidades, los centros de investigación y desarrollo tecnológico, y las empresas. Así mismo participan entidades del gobierno y entidades que dan soporte a todas estas actividades tales como el sistema financiero, el de propiedad intelectual, el de calidad, entre otros.

Las evaluaciones realizadas indican que el Sistema y sus instancias se consideran apropiados pero que aun no han logrado su objetivo plenamente. Debe reconocerse que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCyT) no ha funcionado de manera efectiva como instancia de decisión nacional en esta materia, no ha existido en el pasado una decisión política que le de 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; por lo tanto ellas son mandatos que solo ejecuta Colciencias con cargo a sus recursos.

Para subsanar esta situación desde el año 2004, se logró que Colciencias participe como invitado en el Conpes, con ello se buscaba que en este Consejo se pudieran dar las discusiones y tomar las decisiones de política en el campo de la CTI. En la práctica esto ha sido insuficiente.

Los Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología (CPNCyT) concebidos también como un triángulo de Sábato<sup>4</sup>, resultaron con vértices muy desiguales: un sector académico fuerte y muy participativo; un sector productivo prácticamente inexistente o pasivo (dependiendo del programa); y un estado poco comprometido donde no había continuidad y en algunas ocasiones no adecuadamente representado. Estas debilidades condujeron a que en ocasiones algunas instituciones trataran de desarrollar sus propios esquemas de financiación de actividades científicas y tecnológicas contribuyendo a dispersar los escasos recursos públicos disponibles en el Estado, reduciendo la efectividad en la utilización de los recursos y teniendo como efecto adicional el aumento de los costos de transacción.

---

<sup>3</sup> El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología está compuesto por el Presidente de la República -quien ha delegado en el Director DNP, el Director del Departamento Nacional de Planeación, el Ministro de Educación Nacional, el Ministro de Comercio, Industria y Turismo, el Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, el Rector de la Universidad Nacional, un rector de una universidad privada, un miembro de la comunidad científica y un miembro del sector privado, un representante rotatorio de los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología, el Director del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, y el Director de Colciencias con voz y sin voto. La composición básica de un Consejo de Programa Nacional de Ciencia y Tecnología es: el Ministro del ramo, o su delegado; el Director de Colciencias, el Director del Sena, un delegado del DNP, representantes de la comunidad científica (elegidos a título personal por sus cualidades científicas), representantes del sector productivo (elegidos a título personal por sus logros empresariales), representantes otras instituciones de gobierno, según el sector.

<sup>4</sup> Jorge Alberto Sábato, científico argentino, desarrolló un modelo de política científico-tecnológica al caracterizar las relaciones tripartitas al interior de los sistemas de ciencia y tecnología, entre el Estado, la academia y el sector productivo.

A nivel regional, el SNCTI ha cambiado sus esquemas de coordinación. Originalmente, se crearon las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología, que correspondían a los CORPES; dado el desmonte de éstos, se acabaron las comisiones regionales a pesar de que algunas demostraron un desarrollo adecuado. Así, los departamentos empiezan a constituir los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología –Codecyt. Hoy en día todos los departamentos del país cuentan con su propio Consejo, si bien no todos son operativos. Indudablemente, el compromiso de los gobiernos locales con la CTI – tanto en términos de definición de agendas como de asignación de recursos - ha sido mayor bajo el esquema departamental.

Aceptando que la coordinación y participación en el SNCTI se pueden mejorar, la comunidad científica, los empresarios y el gobierno reconocen a Colciencias como la entidad nacional orientadora, promotora y financiadora de la ciencia y la tecnología. Igualmente, se reconoce que la continuidad en las políticas de CTI es un gran logro; las grandes líneas y estrategias se han mantenido durante más de tres quinquenios, con efectos acumulativos, en el Sistema se construye sobre lo ya construido (Jaramillo, Botiva, & Zambrano, 2004: 6).

Si bien la Ley 29 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 CTI<sup>5</sup>. En la práctica, el desarrollo jurídico, procedimental y logístico para hacer factible esta tarea no ha sido concretado.

En este sentido el Banco Mundial (2007) percibe que la gobernabilidad pública del Sistema de CTI está fuera de tono con la necesidad de mayor énfasis y coordinación, en parte debido a la dependencia de Colciencias del DNP y a la poca capacidad del CNCyT de coordinar las actividades, políticas y presupuestos.

“La agencia principal de CTI, Colciencias, que es responsable de la implementación de programas para mejorar la capacidad científica y tecnológica, depende administrativamente del DNP. Sin embargo, como agencia de implementación, Colciencias parece caer por fuera de la función principal de análisis, coordinación y planeación en las agencias del gobierno. En consecuencia, Colciencias no tiene presupuesto independiente y tiene poca vocería directa en negociaciones presupuestarias. Esto puede contribuir a fluctuaciones en la financiación pública de CTI, pues las negociaciones anuales del presupuesto ocasionalmente omiten las prioridades de financiación a largo plazo, tales como CTI. Además los programas de CTI se distribuyen a través de entidades y debe mejorarse la coordinación. Es incierto hasta qué punto el CNCyT supervisa y coordina estas actividades. Por ejemplo, no parece haber estrategia para financiación de CTI compartida entre agencias oficiales” (Banco Mundial, 2007: 196-197).

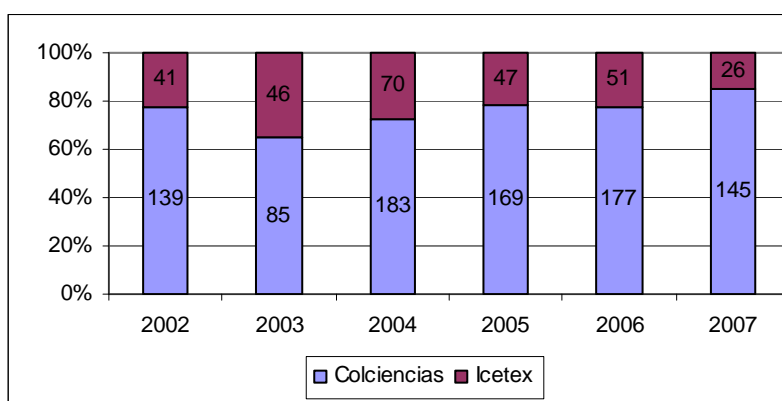
---

<sup>5</sup> 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.

## 1.2 Recursos humanos para la investigación

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 en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. Las evaluaciones destacan, en primer término la alta efectividad con la que se ejecutaron las inversiones. 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.

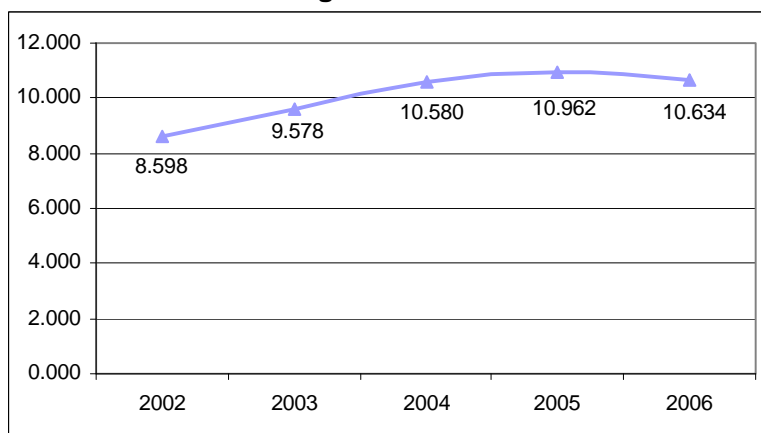
**Gráfica 1. Créditos y becas otorgadas a colombianos para estudios doctorales 2002-2007**



Fuente: Colciencias

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, en el 2006, 20.846 personas se declaran investigadores; pero haciendo validación de esta información de acuerdo con su producción científica y su vinculación a un grupo de investigación, el número de investigadores baja a 10.634, según cálculos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT, 2008).

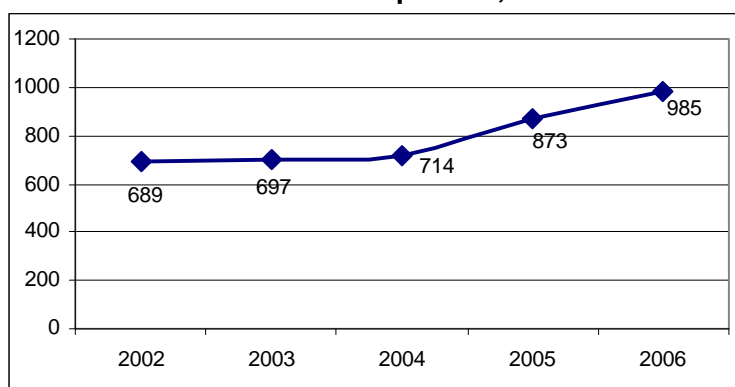
**Gráfica 2. Investigadores activos 2002 - 2006**



Fuente: OCyT, 2008.

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%.

**Gráfica 3. Artículos de autores y coautores vinculados a instituciones colombianas en SCI expanded, 2002 – 2006**

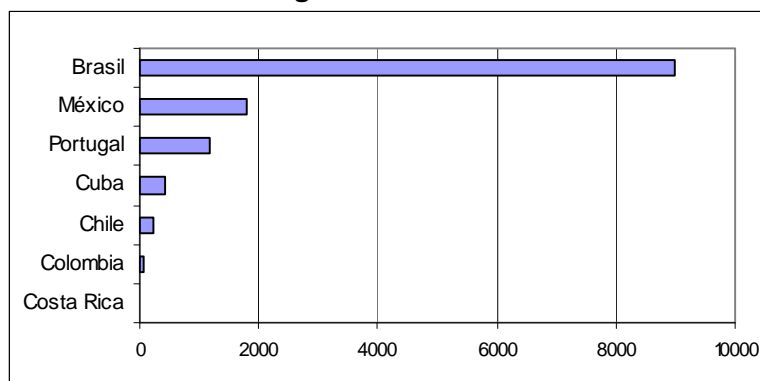


Fuente: OCyT, 2008.

Los créditos del BID tuvieron en el programa ACCES, que se financió a través de un préstamo del Banco Mundial, un complemento importante, al contemplar una componente para el fortalecimiento de doctorados nacionales (2003-2007). 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.

Con todo, Colombia está lejos de haber desarrollado la capacidad que requiere. En 2007 se registran 4002 doctores, 9.3 por 100.000 habitantes.<sup>6</sup> Ese número corresponde al 50% de los propuestos por la “Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo” (Colciencias, 1994), y resulta más preocupante si la edad promedio de los doctores es de 48 años. Si Colombia quiere llegar a los 18 doctores por cien mil habitantes al 2019, requeriría formar más 6.000 doctores. Pero este número resulta ser insuficiente según la metas propuestas por Colciencias para el 2019: tener 25 doctores por cien mil habitantes, en cuyo caso debería formar 11.000.

<sup>6</sup> Según el DANE, el país tenía 42.888.592 de habitantes para el año 2005. Cálculo hechos por Colciencias en julio de 2007.

**Gráfica 4. Doctores graduados - América Latina - 2005**

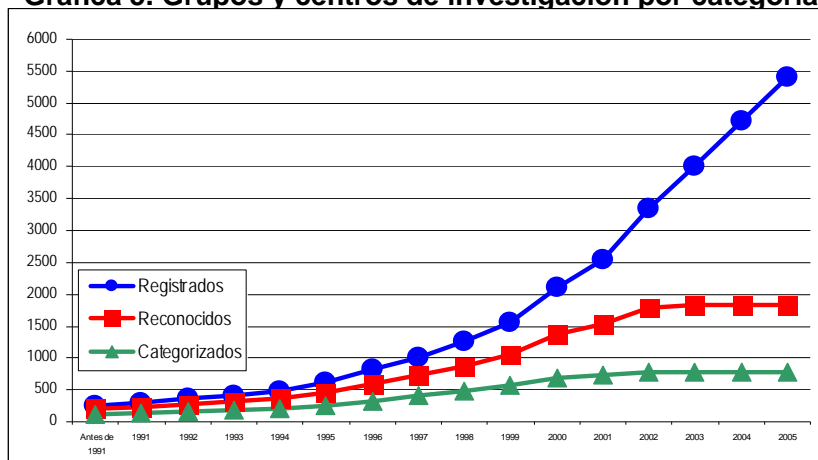
Fuente: RICyT

A pesar que en las últimas dos décadas, y especialmente en los últimos diez años, la capacidad de generar y adaptar conocimiento entró en una etapa ascendente, la cual se hace evidente en el ostensible incremento de los grupos de investigación, del personal dedicado a actividades de CTI, de los programas nacionales de doctorado y de los doctores graduados, Colombia no ha logrado consolidar una tradición científica y tecnológica comparable a la de países como Argentina, México o Brasil.

### ***1.3 Grupos y centros de investigación en crecimiento y consolidados***

Colciencias, desde principios de los 90, tiene una política de apoyo al fortalecimiento y consolidación de los grupos y centros de investigación del país. La política se ha analizado y evaluado en diferentes momentos en conjunto con la comunidad científica, siempre socializando y retroalimentado los procesos, con el objeto de evolucionar y responder a las necesidades dinámicas de la comunidad. La política de reconocimiento y medición de grupos es un claro ejemplo de construcción de institucionalidad, ya que diferentes actores del Sistema acogieron este esquema como propio para la gestión de la investigación en sus organizaciones.

Colombia muestra un crecimiento significativo en la conformación de grupos de investigación: en 2002 se registraron 544 en la plataforma ScienTI, mientras que en 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 2466 fueron reconocidos por Colciencias. Este crecimiento tan rápido de los grupos ha llevado a Colciencias, a solicitud de las universidades, a revisar el modelo de clasificación de grupos.

**Gráfica 5. Grupos y centros de investigación por categoría**

Fuente: GrupLAC 2006, cálculos Colciencias.

Ese aumento en las actividades de investigación, que se refleja en mayor número de publicaciones, en gran medida gracias a los esfuerzos de formación de investigadores, 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”.

### **1.4 Relaciones universidad-empresa**

La colaboración entre la academia y el sector empresarial en Colombia es una de las mejores de América Latina, según el informe del Foro Económico Mundial (FEM), si bien es aún baja comparada con países avanzados y emergentes con altos medianos ingresos. El análisis de experiencias exitosas en el ámbito internacional enfatiza que la contribución de la educación superior al desarrollo no está fundamentalmente dada por la cantidad de estudiantes, o por la cantidad de instrucción recibida sino, en gran medida, por la efectividad con que este aprendizaje se ha vinculado a los procesos productivos en las empresas.

Este es un campo en el cual 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, buscando que se desarrolle conocimiento requerido por parte de la firma.

Como un complemento, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) desde 2007 ha apoyado algunos Comités Universidad-Empresa-Estado en diversas regiones del país, otorgándoles un apoyo financiero para su funcionamiento.



### **Ejemplos de relaciones exitosas universidad-empresa**

Desde 1990, la Universidad del Norte ha orientado su sistema de investigaciones a favorecer el desarrollo de proyectos de innovación con empresas del Caribe colombiano, para lo cual ha contado con un significativo apoyo de Colciencias. Entre sus resultados tiene un proyecto realizado con PROMIGAS, el cual permitió desarrollar y poner en marcha un sistema inteligente de detección de fallas en la operación de la red de gas; con Expreso Brasilia montó un programa para el control de todo tipo de variables reales internas y externas, tales como nivel de servicio, número de oficinas en la ruta y número de vehículos. PROCAPS logró poner en los mercados de Colombia, América Latina y el Caribe, un producto desarrollado conjuntamente, el cual permite el control de ácaros en los hogares.

La Universidad de Antioquia, desde hace más de cinco años lidera el funcionamiento del Comité Empresa – Universidad - Estado, donde tienen asiento los principales directivos de empresas antioqueñas y los investigadores de las ocho universidades más importantes de ese departamento, para definir agendas de investigación y desarrollo de interés para el sector productivo. En el seno de este Comité se han desarrollado proyectos con un significativo esfuerzo de innovación tales como el diseño de una planta de fosfatizado anticorrosivo de carrocerías en SOFASA; la optimización de las bebidas chocolatadas con la Compañía Nacional de Chocolates; el desarrollo de un equipo automatizado, denominado “Siplex”, el cual facilita la gestión externa de la plantas de las empresas operadoras de telefonía, licenciado a la empresa OSP Internacional, la cual lo distribuye en diversos países.

La Universidad Nacional de Colombia en sus distintas sedes, ha realizado proyectos con el sector productivo en varios campos. Por ejemplo, con Fedepapa en el desarrollo de variedades resistentes a la gota y los virus más limitantes de la producción; con Codensa en la reducción de fallas de transformadores de distribución; con EPM adelantó una investigación sobre las propiedades de los materiales en fabricación de los rodets sometidos a las exigencias físicas particulares de las centrales de generación hidráulica y su repuesta a los procesos de desgaste”; con Frutar Ltda. El desarrollo de pigmentos (antocianinas) y aditivos naturales de algunas frutas colombianas.

La Universidad Pontificia Bolivariana, posee fortalezas en ciertas áreas del conocimiento, que le han permitido adelantar proyectos como el desarrollo con Empresas Públicas de Medellín, de una plataforma virtual, útil para la gestión y optimización energética de las empresas clientes de EPM; en el área de Nuevos Materiales, ejecutó un proyecto con FIRPLAK, para el reciclado de residuos sólidos y la elaboración de materiales compuestos, que hoy son usados en la fabricación de elementos sanitarios, estibas y zócalos, entre otros. En la misma área, se ejecutó un proyecto de investigación con la firma Cobral-Ava Ltda., orientado a desarrollar hidrantes en hierro nodular, mediante fundición a la espuma perdida, que permitió un incremento en la facturación de hidrantes, de un 32 por ciento, lo mismo que el aumento de los porcentajes de utilidad y de exportación, tanto de éstos como de otros productos de la Empresa.

Otros ejemplos importantes del éxito de esta interacción incluyen proyectos como el de la Universidad de los Andes con la empresa Promicolda, encaminado al diseño y fabricación de un asiento rígido plástico para el transporte urbano de pasajeros, cuyo resultado fue la silla rígida Promiurban® que se usa hoy en los buses del sistema Transmilenio de Bogotá. Por su parte, la Universidad Tecnológica de Pereira, con el acompañamiento de la Universidad Libre y las empresas EMPUMAR ASAMUN, CONHYDRA y ACUASEQ, realizaron un proyecto que condujo al desarrollo de una metodología fácilmente actualizable, que permite el catastro, simulación y diagnóstico de las redes, lo mismo la evaluación de las pérdidas de agua y la formulación de un plan de reducción, en acueductos de pequeñas localidades, logrando racionalizar el uso del agua, mejorar la calidad del servicio y ampliar la cobertura.

Entre los trabajos de la Universidad del Cauca, sobresale el proyecto sobre telemedicina, realizado para la Secretaría de Salud de ese Departamento, con la cofinanciación de varias

entidades internacionales, que benefició directamente a las comunidades indígenas y campesinas de cinco municipios, al lograr dotar de infraestructura de telecomunicaciones y servicios de información a cinco hospitales, dos centros y 27 puestos de salud.

La Corporación para la Investigación de la Corrosión (CIC), en Bucaramanga, adelantó trabajos cofinanciados por COLCIENCIAS y 13 empresas del sector, que condujeron al desarrollo de una metodología de evaluación del comportamiento de pinturas y recubrimientos anticorrosivos, que resulta siendo 60 por ciento menos costosa que las tradicionalmente usadas en el mundo y, por su parte, los usuarios de los recubrimientos lograron reducir sus costos de mantenimiento en hasta un 39 por ciento.

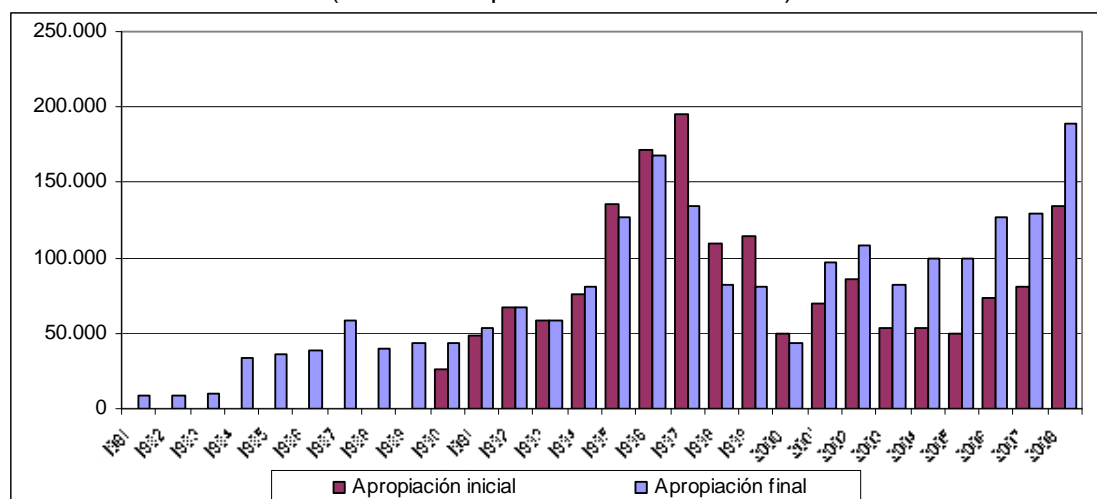
El Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y el Caucho (ICIPC), realizó una investigación para las empresas SOFASA y ROTOPLAST, mediante la cual logró la formulación de una resina polimérica que le permitió a la segunda certificarse como proveedora de tanques plásticos de gasolina, de manera que SOFASA disminuyera de manera importante el CKD de tanques de gasolina y consolidara su posición en el mercado latinoamericano.

El Centro Internacional de Física (CIF). Entre sus logros recientes se tiene el trabajo realizado para la Empresa de Energía de Cundinamarca, la que, luego de una búsqueda en el mercado internacional contrató con el CIF, a un menor costo y en el menor plazo, el desarrollo y construcción de equipos que en el campo analizan la calidad de la energía eléctrica que está siendo entregada a los usuarios y envían los resultados directamente a la Comisión Reguladora de Energía y Gas. Como consecuencia, también se están suministrando equipos más avanzados, a la Empresa de Energía del Meta.

## ***1.5 Inversión nacional en ciencia y tecnología***

El gobierno nacional ha tomado la decisión de incrementar la inversión pública en CTI, particularmente a través de las asignaciones de recursos a Colciencias. En el año 2008 se incrementaron los recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN), superando los niveles de inversión de mediados de los noventa. Sumado a este esfuerzo se deben mencionar los recursos adicionales que se obtienen vía convenios con entidades públicas, tales como el SENA, las Fuerzas Militares, los ministerios de Comunicaciones, Transporte, Minas y Energía, de la Protección Social y Educación. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos del gobierno nacional, según cálculos del Banco Mundial (2004), Colombia debería estar invirtiendo entre 4 y 10 veces más en investigación y desarrollo que lo que hizo durante los noventa. La gráfica a continuación muestra la evolución del presupuesto de inversión de Colciencias, diferenciando entre la apropiación inicial y final. Es claro cómo hasta el año 2000 es más común el recorte de recursos, y a partir de este año se presentan adiciones, muchas de estas, producto de los convenios interinstitucionales.

**Gráfica 6. Presupuesto de Inversión de Colciencias 1980-2008**  
(millones de pesos constantes 2006)



Fuente: Colciencias.

### **Modalidades de cooperación para aunar esfuerzos y recursos públicos para el fomento de la investigación y la innovación**

#### Fondo de Investigaciones en Salud

En el campo de la salud y frente a la necesidad de presentar soluciones a los diferentes problemas de salud pública del país, se decidió concentrar en un fondo los recursos necesarios para impulsar la investigación en este campo. La Ley 643 del 16 de enero del 2001, por la cual se fija el régimen propio del monopolio rentístico de juegos de suerte y azar en el artículo 42 ordena que el 7% de los recursos obtenidos por los departamentos, el Distrito Capital y los municipios por la explotación del monopolio de los juegos de suerte y azar, diferentes del lotto, la lotería preimpresa y la lotería instantánea sean destinados al Fondo de Investigación en Salud (FIS). En este artículo se dispuso que el Fondo fuera administrado por Colciencias y que los recursos se destinaran solo para la financiación de proyectos de investigación en salud. Desde 2001 hasta el 2007, el FIS ha ejecutado \$91.285 millones apoyando la financiación de 516 proyectos de investigación en esta área.

#### Ley 344 de 1996 – Financiamiento a programas de innovación y desarrollo empresarial

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA transfiere anualmente a Colciencias, con destino a financiar actividades de ciencia, tecnología e innovación el 5% de los aportes sobre las nóminas de que trata el artículo 16 de la Ley 344 de 1996, mediante la celebración de un convenio interadministrativo. Los recursos que se han incorporado al presupuesto de Colciencias y que se han ejecutado en diversos programas de fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico durante el periodo 2001-2007 ascienden a la suma de \$128.141 millones de pesos.

#### Ministerio de Agricultura

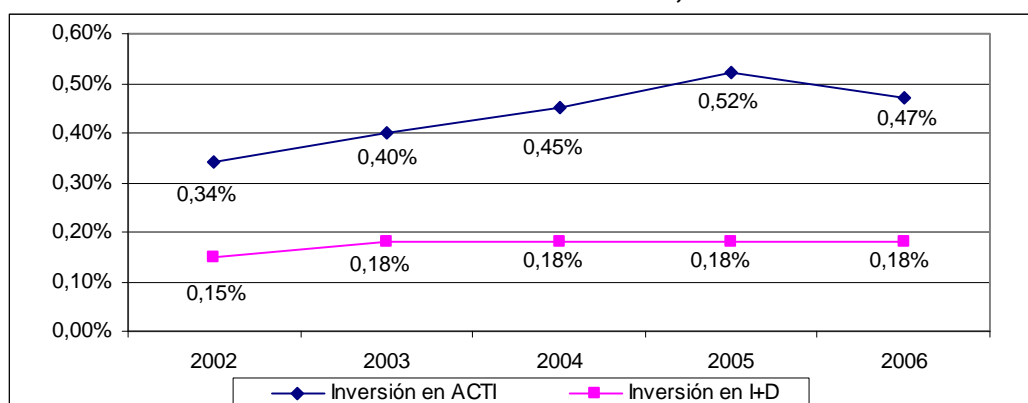
El Ministerio de Agricultura priorizó la investigación y el cambio tecnológico agropecuario como una de los mecanismos para preparar al sector agropecuario para afrontar el TLC. Con el apoyo de un crédito del Banco Mundial y los recursos para investigación de los gremios conformó un fondo concursal para la financiación de proyectos (\$200.000 millones para los años 2007 y

2008). La articulación entre el Ministerio y Colciencias (teniendo en cuenta que el Ministerio preside el Consejo del Programa Nacional de CyT Agropecuaria) permite la coherencia en el plan estratégico y se están desarrollando los mecanismos para coordinar acciones conjuntas en materia de financiación de proyectos de investigación e innovación, y de capacitación de investigadores. Adicionalmente, se ha trabajado conjuntamente en los planes prospectivos de las cadenas, así como en los formatos, la metodología de evaluación y el intercambio de información.

Internacionalmente se toma como indicador básico para medir el esfuerzo de un país en ciencia y tecnología la inversión o gasto en I+D. Algunos países, particularmente países en desarrollo, utilizan el concepto de inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), que es la sumatoria de la inversión en: I+D, formación avanzada, servicios científicos y tecnológicos, e innovación; actividades, todas, que contribuyen al desarrollo científico y tecnológico.

Según los resultados del proyecto de medición del gasto en CTI para el período 2000-2006<sup>7</sup>, presentados a fines del 2007 por el OCyT, la inversión en actividades de CTI alcanzó en el 2005 el 0.52% del PIB, y para el 2006 bajó al 0.47%. Mientras que la inversión en I+D como porcentaje del PIB ha estado estable en los últimos cuatro años alrededor del 0.18%, como se observa en la gráfica 7.

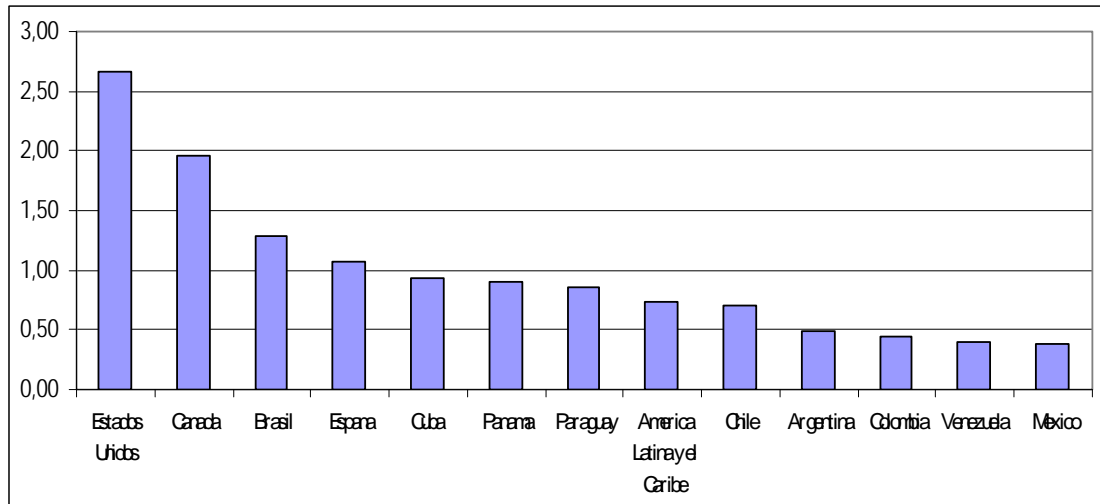
**Gráfica 7. Evolución de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación ACTI como % del PIB, 2002-2006**



Fuente: OCyT, 2008.

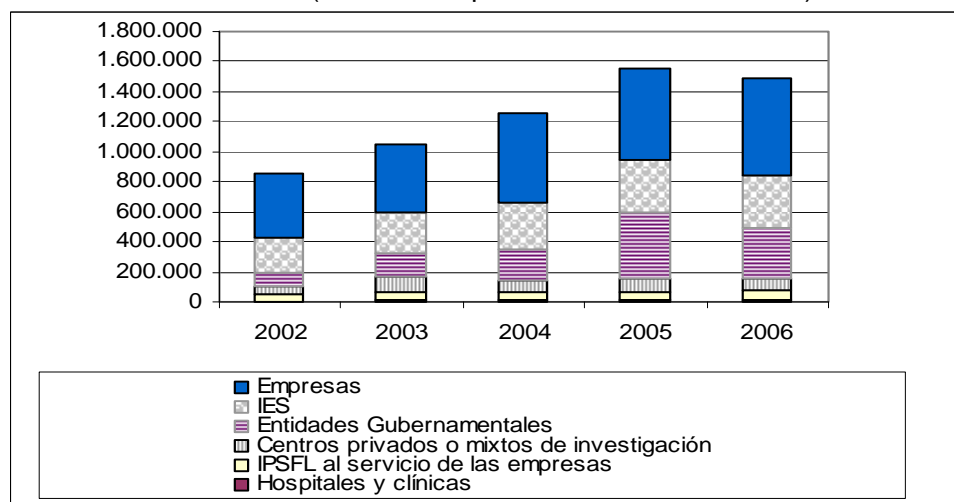
Tanto en la Visión 2019 como en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 se ha establecido como meta una inversión en CTI del 1% del PIB, donde los sectores privado y público contribuyan de manera equitativa (50-50). Esto significa que se está a mitad de camino para lograr esta meta. Adicionalmente, comparando las cifras de inversión en CTI con otros países, tanto de América Latina como de otras regiones del mundo, claramente se aprecia el insuficiente esfuerzo del país en esta materia.

<sup>7</sup> La cifra de inversión nacional en CTI, que se venía utilizando en el país, alculada por el DNP y publicada en el Plan Nacional de Desarrollo, es 0.37% del PIB 2004, donde el 0.21% corresponde a gastos del gobierno central, y el 0.16% a la industria manufacturera (datos tomados de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico e Innovación realizada en el 2005 por el DANE, Colciencias y el DNP).

**Gráfica 8. Inversión en ACTI como % del PIB, 2005**

Fuente: OCyT, 2008.

Las cifras del gasto en CTI se pueden presentar desde la perspectiva de quien financia estas actividades, como desde quien las ejecuta. El Manual Frascati recomienda que la información se recolecte en cabeza de los ejecutores, ya que es más confiable, y a partir de ésta, determinar las fuentes de financiamiento. Desde esta perspectiva, los principales ejecutores de actividades de CTI en Colombia son las empresas, ya que gastan un 43% de los recursos contabilizados, seguidos por las universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico con un 31% de los recursos, y las entidades del gobierno central con un 22% (ver gráfico 9). Desde la perspectiva del origen de los fondos, los principales financiadores son el gobierno central que aporta el 44% de los recursos, las empresas el 40%, y las universidades el 11%. Del total de los dineros invertidos en CTI, cerca de un 50% son recursos privados y un poco más del 50% son públicos (incluye gobierno central y universidades públicas).

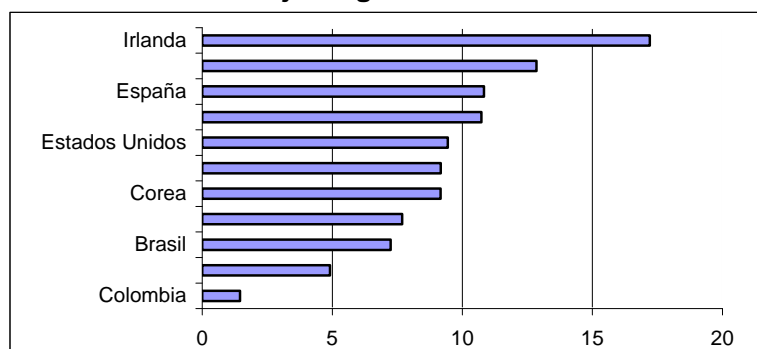
**Gráfica 9. Distribución de la inversión en ACTI por tipo de institución ejecutora, 2002-2006 (millones de pesos constantes de 2006)**

Fuente: OCyT, 2008.

## 1.6 Valoración de las actividades científicas y tecnológicas en la sociedad colombiana

Las actividades científicas y tecnológicas se sustentan en un apropiado sistema educativo, que desde temprana edad fomente la investigación y el emprendimiento. En Colombia todavía no hay un desarrollo adecuado que motive el interés científico en los planos cultural y educativo. Pocos jóvenes se interesan en las ciencias y las ingenierías y relativamente pocos padres de familia respaldan a sus hijos en ello. Esto no se debe exclusivamente a la falta de interés en estas materias, sino también a la inexistencia de claras señales de mercado, que atraigan a los jóvenes a esas carreras mostrándoles las posibilidades de un desarrollo profesional competitivo. En este sentido la intervención del Estado se justifica apoyando la ampliación de las capacidades de CTI que le den cabida a estos jóvenes.

**Gráfica 10. Porcentaje de graduados en ciencias básicas**



Fuente: Ministerio de Educación Nacional. Observatorio Laboral para la Educación

La valoración de los colombianos sobre la importancia de producir, adaptar, transformar, modificar y usar el conocimiento es aún muy baja. Tal hecho hace que el país se caracterice por un escaso desarrollo de la cultura científica y tecnológica. Si bien la insuficiencia, y el poco conocimiento, de los estímulos del Estado para la inversión privada en ciencia y tecnología incide en su bajo nivel, un factor más importante lo constituye la escasa confianza de los empresarios colombianos en el papel del conocimiento como fuerza motriz de sus empresas y de sus negocios. Esto contrasta con casos entre los cuales se destacan los caficultores, cañicultores y palmicultores, la industria del plástico y diferentes empresas y grupos empresariales, que han invertido exitosamente durante años en I+D. También debe destacarse el esfuerzo de gremios como Confecámaras y Acopi por crear las condiciones para que sus asociados hagan del conocimiento un motor de la actividad productiva. Sin embargo, no es de sorprender que la apropiación de la ciencia y la tecnología por parte del sector productivo sea baja, especialmente en las pequeñas y medianas empresas.

Según los resultados obtenidos en la Encuesta Nacional de Percepción de la Ciencia y la Tecnología (Aguirre, 2005), la asociación que hacen los empresarios entre desarrollo tecnológico y su potencial utilización como factor de competitividad y aumento de la rentabilidad es aún escasa. Para el 97% de los empresarios encuestados la investigación científica en el mundo actual está encaminada a la "búsqueda y aumento

del conocimiento” y “hacia fines humanitarios”. No es de sorprender entonces que sean los mismos empresarios quienes en un 90% atribuyan el manejo del desarrollo de la ciencia en el mundo a los gobiernos de los países ricos.

Junto a esta percepción de la ciencia y la tecnología como algo lejano, es también posible vislumbrar una escasa disposición de los empresarios a adelantar esfuerzos significativos en este campo. Sólo el 41% de los encuestados piensa que participar en redes de innovación tecnológica es importante para la competitividad. Igualmente es limitada la percepción en cuanto a la disposición de trabajo conjunto empresarios-comunidad científica por la innovación tecnológica, que llega a apenas un 30%.

La medida fundamental del éxito de la innovación es la tasa de crecimiento del ingreso per capita y por lo tanto del bienestar de la población de un país. Usualmente este éxito se mide con indicadores de resultados, tales como el número de patentes obtenidas y la producción de artículos científicos. El Banco Mundial (2004) afirma que Colombia tiene un pobre desempeño en estos dos aspectos. Estos resultados están asociados, en buena medida, a la escasa inversión en ciencia y tecnología.

Como evidencia de esta situación, es posible mencionar los hallazgos de la segunda Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico, realizada en el año 2005: el 26.8% de las empresas del sector manufacturero son innovadoras; el 21.2% son potencialmente innovadoras; y el 52% de las empresas manufactureras no realizan ninguna actividad de innovación. De las empresas innovadoras solo el 2.3% puede ser catalogada como innovadora en sentido estricto; y solo 6% invirtió en I+D. Al analizar por tamaño de empresa, se encuentra que las pymes invirtieron, como proporción de sus ventas, tres veces menos en I+D en comparación con las grandes empresas. Además, en 2004 tan sólo el 0.8% de las pymes interactuaron con el SNCTI, mientras que en el caso de las grandes empresas este porcentaje fue del 1.9%.

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

## ***1.7 Competitividad de la economía colombiana***

En Colombia, según el documento Conpes 3439 del 2006, la productividad muestra un comportamiento creciente después de la crisis de los noventa, con un crecimiento promedio anual de 1.3% en la productividad laboral y 1.2% en la multifactorial para el período 2002-2005. La evidencia, según ejercicios estadísticos recientes (Castro, Perilla y Gracia, 2006), muestra que la evolución de estas variables está fuertemente relacionada con el ciclo del PIB del país, y confirma que la mayor integración económica

y el mejoramiento en los niveles de educación de la fuerza laboral mejoran los niveles de productividad multifactorial del país.

#### **Resultados de estudios de productividad**

El estudio de la productividad y sus determinantes ha tenido en los últimos años un importante impulso debido a estudios innovadores en metodologías de estimación. González (2004) hace una revisión de los trabajos de Medina, Meléndez y Seim (2002), Fernandes (2003), Eslava, Haltiwanger, Kugler y Kugler (2004) y Echavarría, González y Villamizar (2004), con relación a productividad de la industria manufacturera colombiana.

Medina, Meléndez y Seim (2002) registran un nivel constante de la productividad a lo largo de las décadas de los ochenta y los noventa. El trabajo sugiere que no hubo ningún cambio técnico importante en la industria manufacturera colombiana durante estas dos décadas. No obstante, los autores argumentan que a pesar de que la productividad se mantuvo relativamente constante si hubo una tendencia de reasignación de la producción de las firmas menos eficientes a la más eficientes. Por otra parte, encontraron que la apertura ha tenido impactos positivos sobre la productividad al reducir los aranceles, mientras que las exenciones tributarias no tuvieron el mismo efecto.

Eslava y colegas (2004) por su lado, encuentran que la productividad no ha permanecido constante, sino que ha crecido de manera importante durante el mismo periodo. Los autores registran adicionalmente evidencia que las reformas de los noventa aumentaron la media del nivel de productividad en la industria manufacturera colombiana.

En contraste, Echavarría, González y Villamizar (2004) presentan evidencia que sustenta la denominada década perdida de los ochenta y una mejora posterior en la mitad de la década de los noventa. Los resultados de las estimaciones sugieren que el comportamiento en la productividad multifactorial media, o de la firma representativa, explica la mayor parte del comportamiento de la productividad. Por lo tanto, no encuentran evidencia de ganancias significativas en la entrada y salida de firmas en la industria manufacturera.

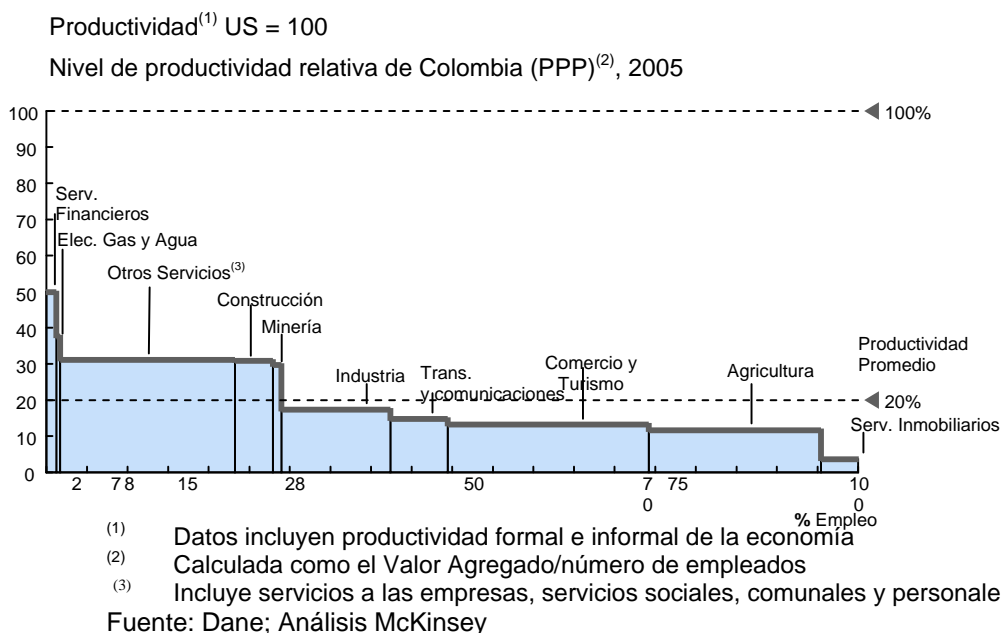
Por último, Fernandes (2003) registró evidencia de una relación positiva entre la apertura comercial y la productividad de las firmas, inclusive después de controlar la heterogeneidad de las firmas y de la industria y por la tasa de cambio, y encontró una estrecha relación entre el uso de mano de obra calificada, la importación de bienes intermedios, la inversión en maquinaria y equipo y la productividad.

Los resultados de estos trabajos presentan evidencia contradictoria acerca del comportamiento de la productividad multifactorial. No obstante, todos coinciden en afirmar que la dinámica en la industria manufacturera está determinada por los movimientos de esta variable dentro de las firmas y no por la entrada y salida de firmas en la industria. Adicionalmente, estos estudios han encontrado una relación positiva entre la productividad y diversas variables como la apertura, la compra de maquinaria y equipo, y el desarrollo del capital humano.

Estos estudios económicos analizan la evolución de la productividad de los factores y sus evidencias muestran que los resultados de las dos últimas décadas no son alentadores. Complementado, con el Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial, que si bien está basado en la percepción de los empresarios, es claro que la economía colombiana no está mejorando su competitividad a la velocidad de otros países. Presentaciones hechas por el Presidente del Consejo Privado de Competitividad adicionalmente muestran el rezago en términos de productividad de los sectores productivos del país frente a los Estados Unidos.



### Gráfica 11. Productividad de los sectores de la economía Colombiana



En el año 2007 Colombia ocupó en la clasificación de la competitividad del Foro Económico Mundial (FEM) el puesto 69 entre 131 economías<sup>8</sup>. El año anterior el país ocupó el puesto 63 entre 122 economías. Este último resultado difiere del que se había presentado en el Reporte de Competitividad Global 2006-2007 (puesto 65 entre 125 economías) debido a que la metodología de cálculo del Índice de Competitividad Global (ICG) ha sido actualizada para adaptarse a la evolución de las economías y su entorno internacional.

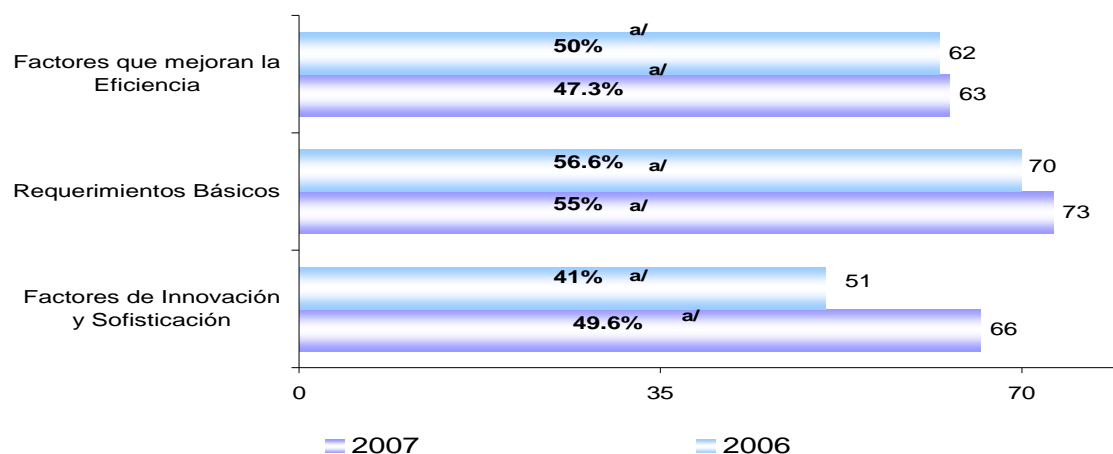
En 2007 el 52% de los países incluidos en la muestra presentaron una mejor posición competitiva que Colombia. Esta posición implica un leve descenso en el nivel de competitividad respecto del año anterior. Con relación al grupo de los dieciocho países de América Latina que conforman la muestra, Colombia ocupó el sexto lugar; por encima se ubican Chile (26), México (52), Panamá (59), y Costa Rica (63), país al cual le cedió un lugar. En términos generales el país descendió en términos absolutos 14 puestos. Sin embargo, al hacer el análisis en términos relativos descendió 7 puestos. La diferencia entre 2006 (menos malo) y 2007, significa que si bien Colombia puede estar avanzando en muchos aspectos, otros países lo están haciendo mucho mejor escalando de manera más acelerada, como por ejemplo los países de Europa Oriental.

De los tres subíndices que componen el ICG (ver gráfica 12), Colombia presenta una mejor posición en el subíndice "Factores que mejoran la eficiencia" – que tiene un peso del 43% en el índice global - en el cual es superado por el 47% de las economías. El subíndice en que se encuentra peor posicionado es "Requerimientos básicos" - el cual tiene un peso del 50%- en el que es superado por el 55% de las economías. En tanto

<sup>8</sup> Información tomada de informe elaborado por la Dirección de Desarrollo Empresarial del DNP:

que el subíndice “Factores de innovación y sofisticación” – que pesa un 7% - el país es superado por el 50% de los países.

**Gráfica 12.**  
**Evolución de la posición competitiva de Colombia**  
**en los Subíndices del IGC (2006-2007) (Posición absoluta y relativa<sup>a/</sup>)**



a/ La posición relativa indica el porcentaje de países en una mejor posición competitiva en el escalafón anual.

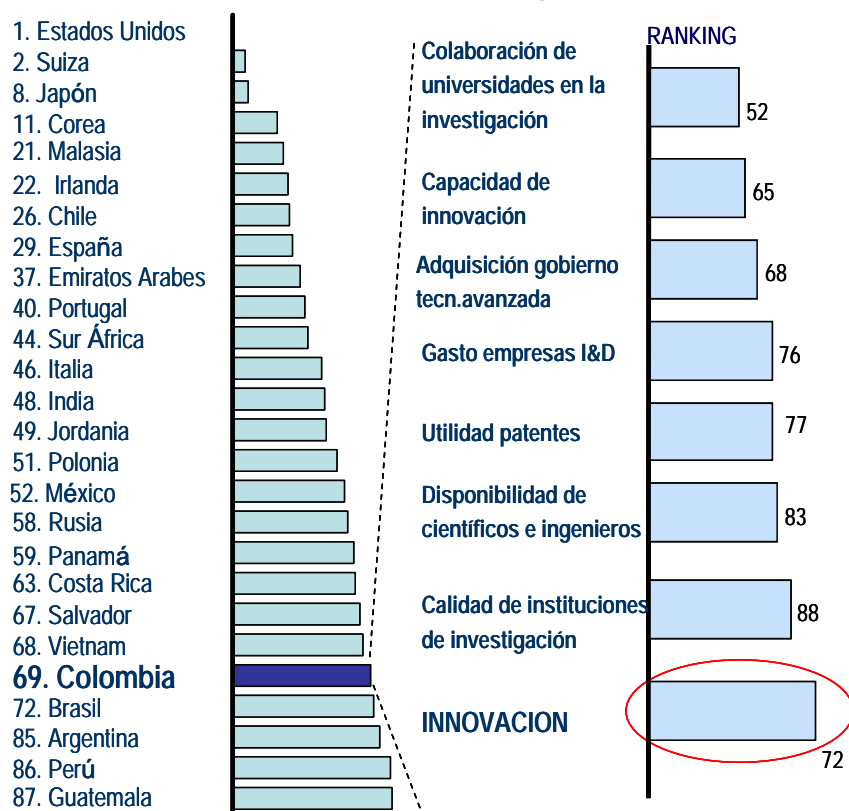
Fuente: Foro Económico Mundial *Reporte de Competitividad Global 2007-2008*.

Es en el segundo subíndice donde Colombia presenta una mejor posición (puesto 63), y su principal fortaleza está en la apertura del país al comercio internacional (parte del pilar tamaño del mercado), y la principal debilidad está en el mercado de bienes (i.e. tasas de tributación impuestas a las empresas).

En el subíndice “Requerimientos básicos” la principal fortaleza del país está relacionada con el entorno macroeconómico donde es superado por el 47% de los países que componen la muestra. La principal debilidad se encuentra en la calidad de la infraestructura nacional, en especial la ferroviaria y la portuaria, que hace que el país sea superado por el 65% de las economías.

En el subíndice “Factores de innovación y sofisticación” la fortaleza del país está relacionada con la calidad y cantidad de proveedores; el uso de sofisticadas técnicas de mercadeo; la existencia de productos y procesos únicos que le brindan mayor competitividad a las empresas colombianas; la colaboración en la investigación entre las empresas y las universidades; y la capacidad de innovación. Las debilidades en este subíndice están relacionadas con el bajo desarrollo de clusters; el bajo control en la distribución internacional y mercadeo de los productos; la disponibilidad de científicos e ingenieros; y la calidad de las instituciones científicas. Es en este subíndice se registró el principal descenso, donde el pilar de sofisticación de negocios descendió en términos absolutos 16 puestos y el pilar de innovación 14 puestos. En la gráfica a continuación se muestra la calificación asignada por los empresarios a cada variable, según el reporte del FEM.

**Gráfica 13. Posición de Colombia en el ranking de Competitividad 2006-2007**



Fuente: World Economic Forum, 2007.

La escasa vocación o esfuerzo hacia la innovación en el país queda manifiesta al comparar los valores obtenidos en las variables que componen el índice de innovación, donde todos los componentes registraron un descenso, en los que se destacan las bajas percepciones que tienen los empresarios sobre la disponibilidad de los científicos e ingenieros, la utilidad de las patentes y la calidad de las instituciones de investigación científica.

Para mejorar estas calificaciones es claro que hay necesidad de mostrar, con hechos, las capacidades de los agentes del SNCTI, con base en la documentación y difusión de casos exitosos. En este sentido es indispensable rescatar el conocimiento científico y tecnológico acumulado sobre temas y problemas del país, porque son fuente de contribuciones a la transformación productiva, a la competitividad, al desarrollo social orientado hacia una sociedad más igualitaria y con menos brechas sociales y regionales. Por ejemplo, algunos centros de investigación nacionales en agroindustria han mostrado ser particularmente exitosos no solo por el reconocimiento científico que tienen, sino también por los retornos que sus inversiones en investigación han demostrado, casos que son poco conocidos por el país.

**Algunos ejemplos de los rendimientos económicos que se generan a partir de la aplicación de resultados de investigación científica.**

El trabajo pionero de Cenicafé. Un estudio de la Universidad de los Andes que calculó la Tasa Interna de Retorno de la investigación que generó el desarrollo e introducción al mercado de la “Variedad Colombia”, calculó que, en promedio, por cada 100 pesos invertidos en investigación se obtienen 121 pesos. Los beneficios no sólo están en la liberación de recursos para el control químico de la roya, sino que además tiene externalidades ambientales importantes. Ello lleva a concluir que “en el caso de la caficultura colombiana los recursos asignados a la investigación no deben ser considerados como un bien de consumo, sino como una inversión” (Farfán, 1999).

Otro ejemplo sobresaliente son los resultados obtenidos por Cenicaña. En el caso de la variedad CC 85-92, desarrollada para adaptar la caña a las condiciones de los suelos colombianos, se lograron incrementos en la productividad de 0.64 a 1.08 toneladas de azúcar por hectárea por mes. En 29 años el sector azucarero ha invertido en Cenicaña 112 millones de dólares; como retorno, las variedades CC 85-92 y CC 84-75 entregan anualmente ingresos netos adicionales de 46 millones de dólares. En otras palabras la Tasa Interna de Retorno de estas inversiones es del 36% a precios constantes (Fadul et al, 2002).

Si el país no hace esfuerzos importantes para mejorar, las consecuencias en términos de PIB per cápita van a ser desastrosas. El Consejo de Competitividad ha pronosticado que si no hacemos nada, dentro de 25 años sólo el 26% de la población mundial tendrá un ingreso promedio inferior al de Colombia. Según el *Global Insight – World Market Monitor database* hace 25 años el 69% de la población mundial tenía un PIB per cápita menor que el de Colombia. Aunque esta proporción se ha mantenido estable en el tiempo, los países con mejor desempeño recortan distancia rápidamente.

## 2 Objetivos de la política

El objetivo general de esta Política Nacional de Fomento a la Investigación e Innovación es “crear las condiciones para que el conocimiento sea un instrumento del desarrollo”, es la construcción y siembra de un mejor futuro para los colombianos. Los objetivos específicos están en función de dos grandes desafíos para el país:

- acelerar el crecimiento económico, y
- disminuir la inequidad.

El pragmatismo y el establecimiento de prioridades, asociados a los retos planteados dará prelación a la investigación y la innovación que sean social y localmente pertinentes e internacionalmente competitivas. Sin embargo, no pierde de vista que el país también requiere la generación de conocimiento que plantee nuevas alternativas y paradigmas, las cuales deben representar aportes al conocimiento global.

En este contexto la Política de Fomento a la Investigación e Innovación es una herramienta esencial para alcanzar conjuntamente: i) los objetivos de la política social y ii) el aumento de la productividad y la competitividad.

### 2.1 Política Social<sup>9</sup>

El capítulo tercero del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 establece que la estrategia de equidad y reducción de la pobreza busca lograr que los colombianos tengan igualdad de oportunidades en el acceso y la calidad de un conjunto básico de servicios sociales que, en el futuro, permitan que todos alcancen ingresos suficientes para llevar a cabo una vida digna. Se busca que todos los colombianos tengan acceso a la educación de calidad, a una seguridad social equitativa y solidaria, al mercado laboral (promoviendo la formalización o apoyando el emprendimiento) y a mecanismos de promoción social efectivos. Para esto se requiere tener claridad sobre las características de: a) las condiciones de vida de la población colombiana; b) la dinámica y desempeño de las relaciones laborales; c) la inserción de las familias en el sistema de protección social. Además, la dinámica demográfica del país se constituye en un elemento crucial de referencia para la orientación de las políticas con propósitos de equidad.

La Declaración del Milenio firmada por Colombia en el año 2000 junto con los demás países miembros de las Naciones Unidas representa un hecho histórico; se suscribió un compromiso de alcance planetario a favor de los más pobres. Los objetivos desarrollo del Milenio acordados en dicha declaración son:

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre
2. Lograr la educación primaria universal
3. Promover la equidad de género y la autonomía de la mujer

---

<sup>9</sup> Buena parte de la información aquí presentada fue tomada del Plan de Desarrollo “Estado comunitario: desarrollo para todos” (DNP, 2007) y del informe “Hacia una Colombia equitativa e incluyente – Informe de Colombia sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio –” (DNP, CEPAL y PNUD 2007).

4. Reducir la mortalidad infantil en menores de 5 años
5. Mejorar la salud sexual y reproductiva
6. Combatir VIH/SIDA, la malaria y el dengue
7. Garantizar la sostenibilidad ambiental
8. Fomentar una alianza mundial para el desarrollo.

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio son concretos y específicos, pero no son puntuales ni atomizados. En la lucha contra la pobreza, la ignorancia, la inequidad de género, la enfermedad y las agresiones al medio ambiente, se concretan los resultados más sensibles, los derechos más fundamentales y las conquistas más significativas para lograr el bienestar para todos los seres humanos, a lo largo y ancho del mundo. Se trata de 18 metas concretas, medidas a través de 48 indicadores capaces de valorar sin ambigüedades los avances y retrocesos en los órdenes mundial, nacional, subnacional o local.

El documento CONPES social No 91, aprobado el 14 de marzo del 2005, titulado: "Metas y estrategias de Colombia para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio-2015", propone el marco nacional y los elementos para encuadrar las acciones de CTI que sumen para afrontar el desafío de disminuir la desigualdad social.

En la Asamblea General de Naciones Unidas en septiembre de 2005 se realizó la primera revisión sobre el cumplimiento de los compromisos y el balance no es alentador. Hay progresos, pero no son ni contundentes ni generalizados. En países como China e India son significativos, pero en casi todo el continente africano más que avances ha habido retrocesos.

En América Latina se tiene un balance de luces y sombras. Según el Informe, del año 2005, de la Organización de las Naciones Unidas sobre el Avance de los Objetivos en América Latina y el Caribe, sólo un país, Chile "ha llegado ya a la [primera] meta y cinco lograron un progreso importante y probablemente la alcanzarán. En todos los países restantes, el avance fue escaso o, como sucedió en algunos, se registraron retrocesos".

El modelo socio-económico propuesto en la Visión 2019 le atribuye al Estado el papel de garante de la equidad social. Para su realización, propone como uno de los principios básicos de acción que la promoción de actividades de ciencia y tecnología por parte del Estado se oriente a la comprensión, prevención y solución de problemas nacionales y a dinamizar el desarrollo de las regiones. De ahí la importancia de contribuir, desde la perspectiva de la política de CTI, al logro los ODM, ya que los mismos condensan problemas sustantivos que superados, en proporción significativa, despejan el camino hacia una sociedad equitativa.

El compromiso del país con los ODM incluye programas sociales de gran impacto que buscan la construcción y conservación de capital humano. Un ejemplo es el Plan Nacional de Salud Pública 2007-2010, cuyos propósitos son:

- Mejorar el estado de salud de la población colombiana
- Evitar la progresión y los desenlaces adversos de la enfermedad
- Enfrentar los retos del envejecimiento poblacional y la transición demográfica
- Disminuir las inequidades en salud de la población colombiana.

Este Plan hace hincapié en la necesidad de generación de conocimiento a través de la investigación de problemas prioritarios en salud buscando la solución de estos a corto, mediano y largo plazo, tarea que fomentan conjuntamente el Ministerio de la Protección Social y Colciencias con los recursos del Fondo de Investigaciones en Salud.

La política social, en el contexto anterior, debe ayudar de manera drástica a reducir la pobreza, a eliminar la indigencia y a mejorar la distribución del ingreso. Es una oportunidad para estudiar y comprender el devenir de las instituciones y de la cultura y su diversidad de expresiones en las regiones; entendiendo los dilemas sociales y los problemas que confronta el país en el presente para construir y soñar sobre posibles futuros.

Sin embargo, hay que señalar que todavía queda mucho camino por recorrer tanto en la generación de conocimiento como en su utilización por quienes tienen a su cargo la política pública o la posibilidad de promover procesos de intervención social, así como por la sociedad en su conjunto. Si bien se ha ido consolidando una capacidad nacional de generación de conocimiento persisten en este campo las desigualdades regionales, y las redes de conocimiento son aún débiles.

## ***2.2 Política de competitividad***

La política de competitividad y productividad propone que en el 2032 Colombia sea uno de los tres países más competitivos de América Latina y tenga un nivel de ingreso por persona equivalente al de un país de ingresos medios altos, a través de una economía exportadora de bienes y servicios de alto valor agregado e innovación, con un ambiente de negocios que incentive la inversión local y extranjera, propicie la convergencia regional, mejore las oportunidades de empleo formal, eleve la calidad de vida y reduzca sustancialmente los niveles de pobreza. La gráfica a continuación, elaborada por el Consejo Nacional de Competitividad, expone los principales elementos de esta política.

Para lograr esta visión, se propone realizar: a) el desarrollo de sectores de clase mundial, b) el salto en la productividad y generación de empleo, y c) la formalización laboral y empresarial; todo ello fundamentado en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Estos tres pilares a su vez están complementados con estrategias para la eliminación de barreras a la competencia y el crecimiento de la inversión (extranjera y nacional), que incluyen diferentes aspectos tales como estabilidad macroeconómica y jurídica, educación y destrezas laborales, regulación e instituciones al servicio de la producción, infraestructura física, provisión de servicios públicos, provisión y respeto de derechos de propiedad, calidad de vida y ciudades amables, y aumento de la tasa de ahorro. El desarrollo y uso de las TIC es el “pegamento” de las anteriores iniciativas.

La política de desarrollo productivo debe contemplar elementos de política industrial, política de productividad y competitividad, política de investigación e innovación, y política de emprendimiento. No se debe caer en el error frecuente de asimilar la política de competitividad a la política de internacionalización o de integración con la economía global, error que se manifiesta no solo en la teoría económica, sino en la práctica, al establecer políticas de competitividad orientadas principalmente, sino exclusivamente, hacia la promoción de exportaciones. La capacidad de penetrar mercados y mantener la

posición en éstos es el resultado de las mejoras en productividad y en capacidades tecnológicas. En este contexto, el tamaño del mercado doméstico es una fortaleza de la economía colombiana, por lo cual las políticas de desarrollo productivo deben apuntar a fortalecer los sectores y las empresas que abastecen este mercado, no solo aquellos que sean exportadores, o tengan potencial de convertirse en exportadores. Lograr la coherencia entre políticas anteriormente mencionadas es un reto para el Estado.

Hoy Colombia atraviesa por una coyuntura propicia para abordar una estrategia de desarrollo productivo que integre las acciones inmediatas sobre alternativas productivas sectoriales de alto impacto y una política activa orientada hacia la necesaria transformación productiva. La transformación productiva y las diferentes estrategias de competitividad están basadas en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, en la cual se destaca el papel de la innovación como elemento movilizador, particularmente en contexto de la evolución del mercado globalizado hacia mercados segmentados y sujetos a acuerdos de comercio.





### 3 Estrategias

El Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 “Estado Comunitario: desarrollo para todos” en materia de CTI, que se fundamenta en la Visión 2019 se estructura en ocho áreas programáticas:

- Incrementar la generación de conocimiento
- Fomentar la innovación y el desarrollo productivo
- Fomentar la apropiación de la CTI en la sociedad colombiana
- Incrementar y fortalecer las capacidades humanas para CTI
- Consolidar la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Consolidar la infraestructura y los sistemas de información para la CTI
- Promover la integración regional
- Consolidar la proyección internacional de la CTI.

Para efectos de esta política, las áreas mencionadas se agrupan en seis grandes estrategias que permiten estructurar de manera sistemática los diferentes planes, proyectos y acciones que harán realidad el logro de los objetivos propuestos. Estas son:

- Apoyo a la formación avanzada de investigadores
- Consolidación de capacidades para CTI (incluye el apoyo a la generación de conocimiento y el fortalecimiento institucional de agentes del SNCTI)
- Transformación productiva, mediante el fomento de la innovación y el desarrollo productivo
- Consolidación de la institucionalidad del SNCTI (incluye el fortalecimiento de sistemas de información e estadísticas de CTI)
- Fomento a la apropiación social de la CTI en la sociedad colombiana
- Desarrollo de las dimensiones regional e internacional de la CTI.

#### **3.1 Apoyo a la formación avanzada de investigadores**

El objetivo último de esta estrategia es la generación de conocimiento que pueda competir con los más altos estándares internacionales. Es obvio, pero debe subrayarse, que la materia prima de la investigación son los investigadores altamente calificados, quienes se entrenan para esta labor, fundamentalmente, en el nivel doctoral y posdoctoral del ciclo de formación profesional. Ellos, y los estudiantes de doctorado que a su vez entrenan, son el núcleo de las actividades de investigación científica y tecnológica, de las que depende la capacidad social de apropiación de la ciencia y la tecnología mediante la generación, uso y mejoramiento de las tecnologías propias y las importadas, es decir, una parte significativa del proceso de innovación.

Diferentes estudios y la experiencia de muchos países han puesto en evidencia que el apoyo gubernamental para el financiamiento de la formación doctoral se requiere y justifica por cuanto es una actividad cuya rentabilidad privada es baja o nula y cuya rentabilidad social es alta. Esto, teniendo en cuenta que, en la mayor parte de los casos, el mercado laboral no recompensa adecuadamente a través de la remuneración salarial

el tiempo y el dinero invertidos en tanto que existen altas tasas de retorno en la investigación. Este fenómeno es particularmente severo en los estadios iniciales de desarrollo científico y tecnológico de los países en los cuales no existe una demanda de conocimiento suficiente para generar inversiones privadas en programas de largo plazo como es la formación a este nivel.

En razón de lo anterior y continuando con el esfuerzo que ha impulsado desde 1992, Colciencias desarrollará el Programa Nacional de Formación de Investigadores, el cual estará orientado, primordialmente, a fortalecer el desarrollo de las áreas prioritarias de acuerdo con la política y los planes de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología (PNCyT). Por cuanto este es un programa de fortalecimiento de las capacidades nacionales de CTI y es claro que éstas se desarrollan en instituciones, la base para la selección de los candidatos serán los planes de desarrollo de investigación, que contemplen los requerimientos de formación de investigadores, que presenten las universidades, los centros de I+D y las empresas que demuestren actividades de largo plazo en I+D. Resulta fundamental recalcar que, en el marco descrito, la escogencia de los candidatos tendrá como punto de partida la acreditación de la excelencia académica

Los planes de los once PNCyT<sup>10</sup> brindarán los insumos necesarios para determinar el número de investigadores que deberá formarse en las distintas áreas, de modo que se tengan lineamientos de demanda para articularlos con las prioridades de investigación e innovación que formulen las instituciones<sup>11</sup>. Se procura conformar núcleos de investigación en áreas que se consideren estratégicas para el país. Estos podrán ser el producto de redes que articulen diferentes instituciones y grupos de investigación.

El programa de formación de investigadores incluye cuatro líneas centrales de apoyo, las cuales están complementadas con las acciones para el fortalecimiento de las capacidades de investigación; estas líneas son:

- Apoyo a la formación de jóvenes investigadores e innovadores
- Apoyo a la formación de doctores (créditos condonables)
- Apoyo a tesis doctorales
- Apoyo a pasantías post-doctorales.

El programa de jóvenes investigadores e innovadores hace parte de la política de formación de recursos humanos para la CTI desde mediados de la década de los noventa. El programa está orientado a facilitar el primer acercamiento de jóvenes talentos con la investigación y la innovación, mediante su vinculación a grupos de I+D de excelencia, tanto de universidades y centros como de empresas, a través de becas-pasantía. Las externalidades positivas que se generan en este programa son varias: a) creación de sentido de pertenencia a comunidades científicas; b) reproducción y consolidación de grupos de I+D; c) permanencia de líneas de investigación sostenibles

---

<sup>10</sup> Ciencias básicas; ciencias sociales; estudios científicos de la educación; salud; CyT del medio ambiente; CyT del mar; biotecnología; energía y minería, CyT agropecuaria; desarrollo tecnológico industrial y calidad; electrónica y telecomunicaciones e informática.

<sup>11</sup> En particular el programa de salud viene desarrollando la evaluación del impacto del Fondo de Investigaciones en Salud (FIS), dado que desde su creación cada proyecto de investigación financiado otorga recursos para la formación de estudiantes de posgrado (maestría y doctorado).

en el tiempo en los grupos; d) construcción de escuelas de pensamiento. Uno de los criterios de éxito, en cada caso es que jóvenes investigadores se conviertan en los candidatos a doctor del programa de formación doctoral, por tanto se deberá trabajar para crear esta línea de continuidad. Como meta se buscará apoyar 800 jóvenes recién egresados por año.

En cuanto al programa de formación de investigadores, la meta son 500 nuevos candidatos inscritos por año hasta tener una cohorte de 2500 candidatos a doctorado para el año 2012 (60% en Colombia, 40% en el exterior), y haber graduado 3600 doctores en el 2019, con una tasa de graduación de 450 por año. El escalamiento que esta meta propone hace necesario un esfuerzo nacional para articular y optimizar las diferentes capacidades de formación doctoral que tiene el país, para lo cual la creación de redes entre universidades, centros de investigación, públicos y privados, y en algunos casos empresas será fundamental. El fortalecimiento de la capacidad nacional requiere estimular la formación fuera del país. Para ello se seleccionarán universidades de excelencia, en los campos escogidos, en áreas que son débiles o inexistentes en Colombia.

El programa de apoyo a tesis doctorales complementa los anteriores y está dirigido a apoyar, en la modalidad de proyectos de investigación aplicada y de innovación, el desarrollo de tesis de doctorado encaminadas a la solución de problemas reales de los diferentes sectores de la economía nacional, con la participación de las empresas interesadas, en un esquema de formación dual de trabajo académico riguroso, en las universidades colombianas, y desarrollo científico, tecnológico y de innovación en el marco de las necesidades empresariales. Por su naturaleza, apunta fundamentalmente a tesis de doctorado en ingeniería y las áreas afines de las ciencias básicas, que conduzcan a la formación de los líderes en innovación que el país necesita. Contando con que los programas de doctorado que deben dar soporte al programa, se desarrollarán rápidamente en los próximos años, se continuará apoyando este programa.

También se requieren espacios para el flujo de capital humano nacional y extranjero altamente capacitado en forma de pasantías postdoctorales dirigidas especialmente a candidatos que quieran realizar estancias en grupos de investigación colombianos. Adicionalmente se propicia un intercambio de investigadores para estos programas con otros países, dándole mayor impulso a la movilidad de investigadores.

Estos programas complementan los esfuerzos que vienen desarrollando las universidades, para formar a sus docentes a nivel doctoral; los centros de investigación para formar sus investigadores, y los programas de cooperación técnica internacional y de otras organizaciones públicas y privadas que otorgan becas para formación doctoral y posdoctoral. Se espera que todos trabajando de manera conjunta puedan disminuir en el menor tiempo posible las limitaciones que el país tiene en este campo.

### ***3.2 Consolidación de capacidades para CTI***

Colombia, como país en desarrollo, 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 pues imperativo apoyar a largo plazo la política del Sistema Nacional de Investigación e Innovación que pueda impactar el conocimiento global y los mercados internacionales, para la solución de problemas sociales, nacionales y del mundo y el aprovechamiento de las oportunidades surgidas en la profundización de la integración comercial y económica. Es en este contexto que se enmarca un centro de investigación y desarrollo tecnológico – bien sea universitario o autónomo, público o privado - como una unidad organizacional y colectivo de recurso humano altamente capacitado y de infraestructura, con capacidad para hacer investigación científica y tecnológica, y desarrollo experimental. La construcción de una sociedad del conocimiento implica el fortalecimiento de nuestra cultura científica que se basa en la investigación fundamental como uno de los pilares para abordar los desafíos de mundo moderno. La consolidación de una sólida comunidad en ciencia básica (matemáticas, física, química, biología, ciencias de la tierra, humanidades) garantizará los insumos en conocimiento, experiencia, capital humano e infraestructura para el desarrollo de proyectos que afecten de manera positiva a la sociedad.

Para lograr esos efectos se proponen las siguientes acciones:

- Apoyar la investigación (generación de conocimiento) en universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico.
- Reorientar el programa de apoyo a los llamados centros de excelencia, hacia el apoyo a redes<sup>12</sup> y programas de investigación de mediano plazo en temas específicos, teniendo en cuenta que éste ha sido el gran acierto de la política de apoyo a centros de excelencia por 5 años.
- Apoyar las alianzas de grupos de investigación consolidados con grupos incipientes, con mirar a cerrar las brechas de capacidades de CTI entre las regiones del país.

---

<sup>12</sup> Para ejemplificar el hecho de que los actuales centros de excelencia son redes de grupos, a continuación se listan los centros con el número de grupos y organizaciones asociados a cada uno de ellos:

- Centro de Excelencia en Nuevos Material (CENM) conformado por 19 grupos pertenecientes a 10 universidades.
- Centro de Investigación de Excelencia en Biodiversidad y Recursos Genéticos (CIEBREG) conformado por 7 grupos pertenecientes a 2 universidades y 2 instituciones.
- Centro de Investigación de Excelencia Tuberculosis: La Investigación Integrada a la Salud Pública para Mejorar su Control (CCITB) conformado por 7 grupos pertenecientes a 2 universidades y 4 instituciones.
- Centro de Investigación para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (CENIVAM) conformado por 9 grupos pertenecientes a 5 universidades.
- Centro de Investigación de Excelencia en Modelamiento y Simulación de Fenómenos y Procesos Complejos (CEIBA) conformado por 20 grupos pertenecientes a 4 universidades.
- Observatorio Colombiano para el Desarrollo Integral, la Convivencia Ciudadana y el Fortalecimiento Institucional en Regiones Fuertemente Afectadas por el Conflicto Armado (ODECOFI) conformado por 7 grupos pertenecientes a 3 universidades y 2 instituciones.
- Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos (GeBix) conformado por 4 grupos pertenecientes a 5 universidades e instituciones.

- Fortalecer institucionalmente los centros de investigación y desarrollo tecnológico, sean estos públicos, privados, universitarios o autónomos.
- Establecer una política para el reconocimiento del *overhead* en los proyectos financiados.
- Apoyar la adquisición de equipos “robustos” de investigación, y facilitar que estos sean compartidos entre los diferentes actores del SNCTI.
- Apoyar a los investigadores y sus instituciones en la protección y explotación de los resultados de investigación.
- Apoyar la adquisición y acceso de bibliografía especializada.
- Apoyar la movilidad de investigadores.
- Establecer un proceso de mejora continua en el proceso de registro y clasificación de grupos e instituciones de investigación.

Una de las metas es incrementar el porcentaje y la calidad de proyectos de investigación e innovación financiados por Colciencias, cuya selección se hará con base en criterios de excelencia y evaluación por pares, es decir bajo esquemas competitivos en el marco de fondos concursables. Para el periodo 2001-2006 se atendió en promedio el 16% de los proyectos de investigación y el 21.5% de los proyectos de innovación presentados a Colciencias. En el año 2007 se introdujo un cambio en la metodología y el proceso de las convocatorias (modalidad de recuperación contingente) para todos los PNCyT, las cuales se diseñaron en dos fases: una primera, donde se reciben “anteproyectos” los cuales tienen un contenido máximo de tres páginas; y una segunda fase, donde aquellos anteproyectos que se hubiesen aprobado en la primera fase, se presentan como proyectos “completos” de investigación. Con la introducción de esta nueva metodología se busca: a) conocer las dinámicas de las comunidades académicas y su expresión regional e institucional; b) identificar las mejores propuestas, donde el proceso de evaluación se centre en aquellas que presenten mayor calidad y pertinencia; c) evitar el desgaste de la comunidad científica en la formulación completa de un proyecto de investigación; y d) lograr la eficiencia en la asignación de los recursos. Con este nuevo procedimiento se logró apoyar el 97% de proyectos recomendados por los consejos de los programas nacionales.

Durante el año 2007, por solicitud de las universidades, se realizó el análisis y evaluación del proceso de reconocimiento y medición de grupos de investigación científica y tecnológica. En esta tarea se contó con el acompañamiento de un comité de expertos. Como resultado de este trabajo se obtuvieron recomendaciones, que buscan superar las distorsiones en la clasificación de grupos, y que se han incorporado al nuevo “Modelo de medición de Grupos de Investigación, Tecnológica o de Innovación”, el cual será discutido con la comunidad científica y se empezará a aplicar a partir del año 2008.

En cuanto al componente de apoyo para la adquisición de equipos robustos para investigación, se debe desarrollar una política de financiamiento y uso compartido de equipos científicos en los programas de doctorado y centros de investigación y desarrollo tecnológico. Se requiere completar el inventario de equipos robustos para investigación realizado por Colciencias en las universidades del país a través de la Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias, con un inventario en los centros de investigación y desarrollo tecnológico. Igualmente se requiere apropiar los resultados del estudio a través de la plataforma ScienTI, que permita establecer la infraestructura

disponible y los servicios especializados que estarían en capacidad de ofrecer a terceros.

Desde mediados del año 2005, Colciencias impulsa, junto con siete universidades líderes (Nacional, Antioquia, Valle, Industrial de Santander, de los Andes, Javeriana y Pontificia Bolivariana) la suscripción a bases de datos científicas de texto completo en línea, a través de la conformación de consorcios. Esta estrategia ha rendido importantes frutos dado que los miembros han tenido acceso a la colección completa de revistas científicas (que comprende 1700 títulos) de la Editorial Elsevier a precios más bajos que como clientes individuales.

A partir de 2008 se espera ampliar el número de miembros del consorcio de 8 a 17, en lo que respecta a la editorial Elsevier, y posiblemente, a más universidades regionales, centros e institutos de investigación interesados en los siguientes años. Igualmente, dado el éxito logrado en la negociación con esta editorial, se espera poder ampliar el acceso a otras bases de datos especializadas a través de esta estrategia de consorcios.

El Sistema de Revistas Científicas, Publindex, se ha ido consolidando en el país fortaleciendo la comunidad científica nacional, profesionalizando sus proyectos editoriales y haciéndola visible a nivel mundial. La indexación de las revistas colombianas: i) facilita la acumulación de los resultados de investigación que circulan en las publicaciones nacionales con calidad científica, editorial, visibilidad y accesibilidad; y, ii) contribuye a la construcción de las dinámicas de la producción científica nacional, de tal manera que se puede fomentar la elaboración de políticas por parte de los mismos investigadores y de las instituciones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por otra parte, la estructuración, clasificación y análisis de la información recuperada en el proceso de indexación se constituye en servicios de información especializada para la comunidad científica.

La importancia del desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones, han generado que acciones del Gobierno se orienten a aumentar la cobertura, ampliar la oferta de servicios y propiciar la modernización y desarrollo de la infraestructura tecnológica y de información en el país, brindando una mayor cobertura a la comunidad en general. Los ministerios de Educación, Comunicaciones y Colciencias, como miembros fundadores de la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (RENATA), tiene entre sus objetivos implementar una red de datos de nueva generación que conecte entre sí a universidades y centros de investigación del país y del mundo, trabajará en apoyar la consolidación de la Red, a través de la apertura de convocatorias para desarrollo de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que hagan uso de la infraestructura y servicios de RENATA.

Colciencias y el Ministerio de Comunicaciones apoyarán la gestión de RENATA para lograr que Institutos y Centros de Investigación se vinculen a la Red. Adicionalmente, la consolidación de RENATA, fortalecerá el desarrollo de la educación, la investigación y la innovación en Colombia, y permitirá el acceso a académicos e investigadores a servicios de videoconferencia, salas virtuales de aprendizaje, acceso a bases de datos científicas y bibliotecas digitales, transmisión de videos de alta calidad, así como la conexión con redes internacionales, para compartir recursos para el desarrollo de proyectos de forma conjunta y ofrecimiento de nuevos servicios.

Los Programas Nacionales de CyT han emprendido un proceso de revisión y actualización de sus planes de mediano plazo, los cuales comprenderán los lineamientos y prioridades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y formación de investigadores por sector, para orientar la ejecución de los recursos. Los elementos que deben incluir son:

- Antecedentes: evaluación de los planes de vigencias anteriores, identificando su pertinencia, aciertos, desaciertos y resultados obtenidos.
- Diagnóstico: identificación de las capacidades nacionales en CTI y tendencias mundiales del “sector” al cual pertenece el programa.
- Áreas prioritarias: partiendo de los planteamientos de los documentos de política y con base en los diferentes elementos identificados en el diagnóstico, se deben establecer aquellos temas, problemas o áreas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, que serán objeto de focalización durante la vigencia del Plan. La justificación de los temas priorizados será muy importante.
- Estrategias transversales: Una vez identificadas las áreas de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y formación de investigadores prioritarios, deberán plantearse lineamientos que orienten acciones desde las estrategias transversales tales como: regionalización, internacionalización, apropiación social, etc.
- Agendas de concertación: en la medida en que los planes constituyen la propuesta que los PNCyT hacen al país, y por su carácter de planes nacionales, deberán ser discutidos con otros actores del Sistema necesarios para su validación, apropiación, implementación y financiación.

Como resultado del proceso de la elaboración de los planes se establecerán, en conversación con las comunidades científicas, prioridades de investigación, mediante la formulación e implementación de agendas de investigación pertinentes e innovadoras. El tema de las prioridades de investigación siempre estará en discusión, por lo cual debe buscarse un adecuado balance entre las urgencias del crecimiento económico y de la mejora del bienestar de la población, la solución a los problemas básicos de los sectores productivos y las regiones, y los propios de las ciencias y sus avances.

El trabajo de planificación y ejecución de la Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación hace necesaria una constante interacción entre ésta, los planes de los programas nacionales validados por los Consejos de los PNCyT, y los planes regionales preparados a nivel departamental. La dinámica de planificación ejecución y evaluación que se retroalimenta permanentemente entre las distintas instancias debe ser la forma de trabajo del SNCTI.

La experiencia ganada por los grupos de investigación consolidados, es riqueza invaluable que no puede ser desaprovechada. El potencial de las 23 universidades que hacen investigación científica y los cerca de 40 centros de investigación y desarrollo tecnológico. Aparte de los productos tangibles, (publicaciones, patentes etc.), cada equipo investigador construye una historia que se concreta en formas particulares de trabajo, de acercamiento a la solución de problemas- tanto académicos como humanos. Las alianzas sobre propuestas concretas de investigación, entre grupos con tradición y aquellos que inician su labor, debe ser una estrategia de fortalecimiento de las capacidades de investigación, que se afiance en las comunidades científicas colombianas.

Colombia tiene recursos naturales que debe aprender a gestionar tanto para su explotación como para su preservación, dos términos que a veces parecen contradictorios, pero que la investigación puede reconciliar. Colombia cuenta con una biodiversidad claramente “de talla mundial”, gracias no sólo a su concentración sino a su distribución a través del territorio (Costas Caribe y Pacífica, Andes, Amazonía, y Orinoquia, para nombrar sólo los macroecosistemas). Desde la Expedición Botánica del siglo XVIII y la Corográfica del XIX, se sabe que Colombia vive sobre una riqueza que, sin embargo, aun no ha aprovechado de modo sostenible. Paralelamente, se tiene algunos grupos y centros de investigación que se posicionan en la frontera de investigaciones sobre el tema, incluyendo las mejoras de algunos cultivos que han sido o pueden llegar a ser claves (y que a veces olvidamos son parte de la biodiversidad en su interacción con las comunidades humanas). Algunos institutos dedicados a los estudios genéticos de plantas y animales muestran que se ha superado la taxonomía clásica y se está en camino hacia la genómica del futuro; pero requerimos un impulso mayor si queremos estar a la altura de las exigencias que hacen nuestros recursos naturales. Esas circunstancias nos obligan a tener en la identificación y uso sostenible de la biodiversidad un área estratégica para la política de investigación e innovación.

Así como somos “ricos” en especies endógenas y algunas que no lo son pero que hemos aprendido a que se inserten exitosamente, contamos con otro recurso con pocos competidores en el mundo: *el agua* es con seguridad el más valioso tanto hoy como en cualquier visión de futuro. Por antonomasia ese es un recurso que tenemos que aprender a gestionar, usar y preservar, para que cualquier sector que el país decida impulsar tenga una garantía de sostenibilidad. Más aun, en sí mismo es un potencial sector de inversión, no sólo como producto potable y por ende exportable, sino también como insumo agrícola fundamental, como fuente de energía y como ecosistema capaz de producir bienes y servicios. El estudio bioecológico de nuestras fuentes de agua y su aprovechamiento social y económico son respuestas concretas a los requerimientos sociales y nuestro afán de competitividad internacional, sin dejar de desconocer nuestra responsabilidad internacional en materia medioambiental; de nuestro manejo del agua también dependen problemas globales como el calentamiento.

La investigación en salud es central para enfrentar los desafíos tanto del Milenio como de competitividad. Muchas de nuestras enfermedades son endémicas y requieren de nuestro concurso para poder enfrentarlas, tanto a través de la investigación médica como de medidas que abarcan la política de salud pública. Desde la malaria hasta la leishmania, pasando por el amplio rango de enfermedades transmisibles, nos vemos abocados a enfrentar un grave freno a nuestro desarrollo por vía de una población enferma e inerte. Por fortuna contamos con algunos grupos de investigación en investigaciones tropicales internacionalmente competitivos; debemos fortalecerlos e impulsar más. En áreas como la de trasplantes y oftalmología, Colombia se erige como un potencia regional y, en algunas áreas específicas, mundial. Se debe entonces enfilear baterías para el desarrollo de la investigación en salud en su sentido amplio, es decir la investigación médica acompañada por la correspondiente investigación en salud pública, sus alternativas e implicaciones; como en todos los ejemplos, es un campo donde confluye la competencia de investigadores de muy diversas disciplinas, desde la historia de la medicina hasta la química; el reto es tener programas que permitan unir esfuerzos tanto entre especialistas como entre instituciones dedicadas a estos temas, así como entre pacientes y profesionales.



Una sociedad que aspira al desarrollo social a través del mejoramiento de las condiciones de vida y de la profundización de su democracia, supone que puede desarrollar las herramientas necesarias para conocerse. Por ello se hace imperativo que se fomenten espacios de investigación, debate e intervención para superar los problemas de violencia y exclusión social. La innovación social, se fomentará porque es una de las fuentes para las transformaciones que puede hacer una comunidad a través de aquella investigación que también logra ser acción. Pero para intervenir es necesario propiciar el camino a la comprensión de la realidad social, política, y cultural, ya que, en sí misma, entender es una forma de acción cuando la ciudadanía se apropia de un discurso más elaborado sobre su propia sociedad. Por ello, el desarrollo de los estudios sociales, donde se aborde particularmente los problemas relacionados con la violencia y la cohesión social, y cuya perspectiva privilegie la aproximación multidisciplinaria, es prioritaria.

#### **Centro de Bioinformática y Biocomputación**

En el marco de las redes de ciencias de la vida (biotecnología, medicina, biodiversidad, desarrollo agropecuario, etc.), se ha hecho evidente la necesidad de fortalecer la capacidad de procesamiento de información biológica en el país. La calidad de algunos grupos y centros de investigación nacionales, que se puede juzgar por los desarrollos en los campos de genómica y de nuevas variedades de cultivos, así como tratamientos a enfermedades endémicas, es de talla internacional. No obstante, sin la capacidad de almacenar los datos recabados a lo largo de años y analizarlos para poder realizar modelamiento y simulaciones, esa investigación no puede explotarse de manera integral para solucionar las urgentes necesidades del país, tanto en el plano económico como en el social y el ambiental. Ello va acompañado del hecho de que cada vez toma mayor fuerza la conjugación entre ciencias de la computación, ingenierías y las ciencias naturales para la conformación de un nuevo campo de investigación y desarrollo que se ha dado por llamar *e-science*, y que tiene en el desarrollo de herramientas virtuales para la investigación su principal eje. Colombia no puede aislarse de esta nueva revolución tecnocientífica. Por ello, continuarán las gestiones que Colciencias el Ministerio de Comunicaciones, Microsoft Research y la Universidad Jorge Tadeo Lozano realizan para el establecimiento de un Centro de Bioinformática y Biocomputación que se convierta en entidad líder a nivel regional y mundial.

### **3.3 Transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento**

El desarrollo tecnológico constituye el proceso acumulativo de aprendizaje en el que la obtención de ganancias en productividad basadas en el conocimiento depende de la capacidad de una empresa, una región, y un país para identificar, difundir y transmitir información, acceder al sistema global de generación y transmisión de conocimiento, generar conocimiento propio, y usar parte de ese conocimiento en la actividad productiva. La productividad se incrementa como una consecuencia general del cambio técnico, logístico y organizacional, y este aumento es una de las principales fuentes de crecimiento económico.

Tres principios claves orientan la política de innovación:

- la innovación es un proceso social;
- la innovación es uso y aplicación de conocimiento (nuevo o existente) con fines económicos;
- las innovaciones se pueden obtener mediante la realización de múltiples actividades no solo a través de proyectos de I+D.

Los objetivos de la estrategia de fomento a la innovación y el desarrollo productivo son: a) apoyar a las empresas en sus actividades de búsqueda, evaluación, negociación, y apropiación de tecnología; b) incrementar los esfuerzos en educación y capacitación, que apoyen los procesos de aprendizaje, traducción y apropiación de conocimiento en las empresas; c) apoyar al desarrollo de clusters y otras formas de aglomeraciones empresariales, como mecanismo fundamental para competir en mercados globalizados; d) apoyar y consolidar las alianzas entidades del conocimiento – empresas y las redes de innovación y sistemas regionales de innovación<sup>13</sup> que se han venido formando en el país.

La estrategia del SNCTI de fomento a la innovación y el desarrollo productivo busca apoyar la transformación productiva del país, entendida ésta como las capacidades de la sociedad para innovar, agregar valor, y diversificar su economía (CAF 2006). Sin duda, este propósito demanda por igual innovaciones organizacionales, aprendizajes sociales y cambios en la cultura.

Esto exige la adopción de políticas destinadas a fomentar nuevos procesos productivos, y crear y desarrollar capacidades de innovación en las empresas, para que éstas puedan competir en los mercados globalizados. Para ello es imprescindible crear las condiciones que permitan construir capacidades endógenas de innovación, fortaleciendo las capacidades de búsqueda, negociación y apropiación de tecnología. Este proceso de transferencia de tecnología es una de las rutas más importantes para generar innovación.

Los programas y acciones para apoyar el proceso de transformación productiva con base en el desarrollo científico y tecnológico y la innovación, se agrupan alrededor de cada una de las estrategias definidas en la política de productividad y competitividad (i.e. apoyo a sectores de talla mundial, salto en la productividad y el empleo, formalización laboral y empresarial). Estas se complementan con dos programas que son transversales, cuyas acciones están orientadas a mejorar el manejo de la propiedad intelectual y desarrollar el Sistema Nacional de Calidad.

El programa de apoyo a la propiedad intelectual, el cual cuenta con apoyo de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), busca conformar redes de personas capacitadas para la protección, gestión y explotación de los resultados de sus trabajos de investigación e innovación, que estén en capacidad de:

---

<sup>13</sup> Se entiende por sistema regional de innovación la dimensión local del sistema nacional de investigación e innovación, donde se materializan las relaciones entre las empresas y las diversas organizaciones de apoyo a la innovación y la generación de conocimiento, sean éstas públicas, privadas o civiles.

- Tramitar la protección de conocimientos generados mediante patentes, derechos de autor, certificados de obtentores de variedades vegetales, o cualquier otro medio posible.
- Generar capacidades de redacción de patentes, contratos de licencia y gestión y comercialización de resultados de investigación.
- Formar recurso humano en propiedad intelectual y negociación de tecnología, que permita valorar y licenciar los resultados generados a través de los grupos de investigación

En particular estas redes cubrirán los sectores de agro, energía e industria y, salud. Esta última red cuenta con varios años de desarrollo exitoso<sup>14</sup> y está próxima a comenzar una segunda fase, mientras que en los otros dos sectores la tarea apenas comienza. Estos tres sectores representan una porción amplia de las capacidades institucionales en CTI del país<sup>15</sup>.

Como una de las acciones para el desarrollo del Sistema Nacional de Calidad, se tiene el programa de apoyo para la acreditación de laboratorios y pruebas de universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico, para atender las demandas de certificación de productos que presenten las empresas nacionales, en particular aquellas que buscan alcanzar y posicionarse en los mercados externos. En desarrollo de este proyecto se está caracterizando la oferta (en términos de laboratorios y sus capacidades) y dimensionará la demanda (tipificando los requisitos exigidos tanto por los mercados de destino de productos colombianos como los del mercado doméstico). Este programa se desarrolla con la participación de instituciones que hacen parte del Sistema de Calidad, en particular la Superintendencia de Industria y Comercio, el IDEAM, el INVIMA, el ICONTEC, y los entes certificadores internacionales, entre otros.

Colciencias, con base en diversos estudios y analizando las potencialidades de producción e innovación, propone convertir a los sectores del café, el petróleo, el carbón, la energía eléctrica y la defensa, en motores de la transformación productiva, por su gran capacidad para impulsar la productividad y el empleo, y en ejes de la Política de Fomento a la Investigación y la Innovación. Igualmente se requiere apoyar el desarrollo de empresas de base tecnológica, en campos nuevos tales como ciencias de la vida (salud, biodiversidad, y medio ambiente), donde el país debe encontrar alternativas para la utilización con valor agregado de aquellos recursos naturales renovables que tiene en abundancia.

---

<sup>14</sup> Entre los logros principales del trabajo realizado en la primera fase de constitución de redes de propiedad intelectual, sobresalen la redacción de la primera patente nacional a cargo de científicos colombianos, cinco adicionales en redacción y el establecimiento de una “Red de Servicios Compartidos en Propiedad Intelectual – SECOPI”.

<sup>15</sup> En salud los centros de investigación y universidades que participan, son los siguientes: CIDEIM, FIDIC, CIB, INS, INC; y las universidades Javeriana, UIS, Uninorte, Cauca, Tolima, Antioquia, y CES (Instituto Colombiano de Medicina Tropical). En CyT agropecuaria los centros de investigación y universidades participantes son: Cenicaña, Cenicafé, Ceniagua, Cenipalma, Cevipapa, Ceniflores, Cenibanano; Corpoica, CCI, Conif, Biotec, CIAT, Universidad Nacional - IBUN, U. Jorge Tadeo Lozano -CIAA, UDCA, y la UPTC. En industria y energía los centros de investigación y desarrollo y universidades son: Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y el Caucho, Cecif, Corporación Corrosión, Corasfaltos, CDT del Gas, Instituto Colombiano del Petróleo, y las Universidades Pontificia Bolivariana, Eafit, de los Andes, del Valle, de Antioquia, del Norte, Nacional de Bogotá, Javeriana, Industrial de Santander, Autónoma de Occidente.

### 3.3.1 Apoyo a sectores de talla mundial

Se entiende por sectores de talla mundial, sectores basados en conocimiento, con vocación exportadora, generadores de alto valor agregado y de empleo, y complejo grado de eslabonamiento productivo y tecnológico. Se considera que la base de estos sectores puede ser las empresas nacionales exitosas, sean éstas grandes firmas o pequeñas firmas asociadas. En algunos casos ellas atienden principalmente el mercado doméstico, el cual se considera como una de las fortalezas de la economía colombiana (según el índice de competitividad del FEM). Otra alternativa está en el fomento a la inversión extranjera directa, buscando que estos procesos se acompañen del desarrollo de modernas plataformas productivas en el país, basadas en el conocimiento. La selección de estos sectores es un campo en el cual se está trabajando y debe ser producto de acuerdos entre el Estado y el sector productivo.

Estos sectores deben contemplar actividades de alto valor agregado, con énfasis en bienes y servicios de alto y mediano contenido tecnológico que contribuyan a la diversificación, transformación, integración e inserción internacional de la producción, y donde Colombia pueda consolidar o desarrollar nuevas capacidades en investigación e innovación. Los nuevos sectores-actividades intensivos en conocimiento no discriminan o hacen a un lado a los sectores tradicionales; por el contrario, los modernizan, los fortalecen, los hacen más productivos y competitivos. A su vez, también desarrollan nuevos servicios y nuevos productos, con lo cual se acelera la diversificación y se dinamiza la transformación productiva con impactos sociales positivos (Acosta, 2007).

Posiblemente en algunos casos las estrategias de desarrollo de sectores en campos de alta complejidad tecnológica tengan limitaciones importantes en la infraestructura nacional empresarial y de ciencia y tecnología, pero como un paso para llegar a ellos el país puede realizar desarrollos en campos de media y baja complejidad tecnológica en los cuales la incorporación de valor agregado basado en el conocimiento daría importantes oportunidades de generación de riqueza. Esto es particularmente importante en el caso de recursos naturales, por ser abundantes en el país, o campos en los cuales las potencialidades son evidentes.

En Colombia se han adelantado múltiples esfuerzos para identificar los sectores-actividades más competitivas, así como cuáles podrían ser las especializaciones más promisorias a 2020 y más allá. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Departamento Nacional de Planeación, Colciencias, y las Consejerías de Competitividad del Estado y del sector privado, adelantaron entre 2005 y 2007 estudios y consultas en esta dirección<sup>16</sup>. Esos ejercicios se han adelantado con distintas

---

<sup>16</sup> Algunos estudios a destacar son:

- Agenda Interna
- Achieving Export-Led Growth in Colombia”, trabajo de Ricardo Hausman y David Klinger para el DNP
- Actividades sectores de futuro, del Ministerio de Comercio e Industria
- Delphi Colombia “Construcción de lo Posible”, trabajo elaborado por Diego Gómez para Colciencias

metodologías y enfoques, aunque todos apuntan a identificar áreas estratégicas para el futuro del país.

Es necesario hacer un análisis y síntesis de estos esfuerzos de tal manera que contribuya al debate técnico y político, para lograr una propuesta nacional de transformación productiva con base en la CTI. En la medida que sea necesario, se financiarán estudios (prospectivos y de vigilancia tecnológica) para la identificación de estos sectores, teniendo como parámetro el que hayan desarrollado capacidades avanzadas de producción, y que tengan potencial de desarrollar capacidades de innovación.

Desde el SNCTI el desarrollo de los sectores de talla mundial se apoyará atendiendo las demandas por investigación e innovación, y por formación de alto nivel de las empresas, las cuales pueden ser atendidas con el apoyo de grupos y centros de investigación de excelencia. En este proceso, el paso inmediato a dar, más que generar nuevos centros de investigación y desarrollo tecnológico para el apoyo a estos sectores, buscará la articulación y consolidación de las capacidades existentes en diversos grupos y centros de I+D ya constituidos.

La industria de biocombustibles fue seleccionada por el país con miras a convertirlo en un sector de talla mundial, y ya se han emprendido acciones y proyectos productivos. Como parte de esta decisión nacional, Colciencias está ejecutando un plan de acción en investigación, desarrollo e innovación (ver recuadro).

#### **Los biocombustibles**

Colciencias está estructurando un plan integral de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+I) en biocombustibles, el cual contempla las siguientes acciones: a) Desarrollar un sistema de transferencia tecnológica para el sector de los biocombustibles, b) Desarrollar un sistema de propiedad intelectual para los desarrollos logrados en el sector de biocombustibles, c) Implementar un sistema de laboratorios de calidad acreditado para el sector de los biocombustibles, d) Desarrollar mecanismos de formación del recurso humano para el sector de biocombustibles, e) Crear un fondo de capital para apoyo a la investigación en biocombustibles, f) Consolidar centros, grupos y redes de investigación para el sector de los biocombustibles, g) Consolidar una comunidad de consultores en el área de biocombustibles.

Para el desarrollo de estas estrategias, Colciencias viene procurando diferentes mecanismos de interacción con los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural, Minas y Energía, y Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Departamento Nacional de Planeación, las diferentes universidades nacionales, los gremios pertenecientes a las cadenas de producción de los diferentes biocombustibles, así como con los organismos internacionales, que permitan fortalecer el sistema de I+D+I en biocombustibles.

- Competitividad de los sectores - actividades industriales de Colombia”, de Germán Fracica y colegas; trabajo elaborado para Colciencias
- Prospectiva Secto-territorial para Colombia, de Jaime Acosta; trabajo elaborado para Colciencias
- Capacidades en CyT y Educación Superior, adelantado por el grupo de prospectiva de Colciencias
- Delphi de tecnologías del proyecto Convenio Andrés Bello (CAB) y Colciencias para los países signatarios del CAB (entre ellos Colombia)
- Comercio internacional ALTEC en América Latina, Asia y Europa, para el CAB y Colciencias.

A noviembre de 2007, el país había desarrollado diferentes investigaciones, proyectos y actividades por parte de entidades públicas, universidades, centros de investigación y entidades privadas relacionadas con I+D+I en biocombustibles. Desde la investigación, Colciencias ha identificado, dentro de las instituciones registradas en el SNCTI, alrededor de 29 grupos y 3 centros, conformados aproximadamente por 419 investigadores con formación profesional, de los cuales 126 de ellos tiene formación doctoral y 148 de maestría en diferentes áreas del conocimiento que tienen una relación directa o indirecta con el tema de los biocombustibles, y que son la base para el desarrollo de un programa nacional de I+D+I.

Actualmente se está trabajando en la definición de la línea base de investigación en el sector de los biocombustibles, en la cual se puedan articular los diferentes esfuerzos realizados por todas las entidades del sector en lo relacionado con I+D+I. Adicionalmente, en marzo del 2008 se inicia un proyecto que cuenta con el apoyo del Fondo Coreano para el Desarrollo, del Banco Interamericano de Desarrollo, el cual tiene como objetivo poner en operación un Fondo Nacional para el Desarrollo de Investigación y Transferencia Tecnológica en Biocombustibles para Colombia.

También se encuentra en marcha la evaluación de requerimientos para iniciar la operación de un sistema de laboratorios acreditados en el sector de biocombustibles y el desarrollo de varias tesis de doctorado sobre problemas directamente relacionados con el tema.

### 3.3.2 Salto en la productividad y el empleo

El proceso de transformación productiva se da a través del cambio técnico y organizacional, mediante la incorporación de conocimiento y la innovación para mejorar las condiciones de baja productividad, de inequidad y de marginalidad. Los principales componentes de la estrategia para el incremento de la productividad y el empleo son: a) mejorar los procesos de negociación, adopción, adaptación y uso de tecnología, mediante la creación de un programa de consultoría tecnológica; b) fortalecer las organizaciones de apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico; c) fomentar los clusters regionales e innovadores; d) fomentar el uso de las TIC en las pymes, adelantado conjuntamente con el Ministerio de Comunicaciones; y, e) formar empresarios en gestión de la innovación.

El salto en la productividad se debe enfocar a mejorar la capacidad de las empresas para la adopción, adaptación y uso de tecnología. El proceso de transferencia de tecnología no es sencillo, pues no se trata simplemente de adquirir tecnología disponible en el mercado (*off the shelf*), sino que implica que los países y las empresas dispongan de una capacidad de absorción y de aprendizaje. Este proceso involucra saber buscar y seleccionar la tecnología que mejor se acomode a las necesidades locales, y posteriormente incorporarla, lo que implica aprender a descifrarla, y aplicarla a las condiciones particulares de la empresa. Pocas son las empresas nacionales que tienen esta capacidad internamente, por lo cual se propone crear un programa de consultoría tecnológica que apoye, particularmente a las pymes, en los procesos de búsqueda, negociación, adquisición, y adaptación de tecnología.

El programa de transferencia de tecnología para pymes debe estar acompañado de un programa de extensionismo tecnológico, que busca la provisión de servicios para el fortalecimiento de capacidades empresariales. Estos servicios incluye, entre otros:

información técnica y de mercados, información sobre fuentes de financiamiento y asesoría para la consecución de recursos, capacitación, asesoría técnica, asesoría en la elaboración de planes de negocios (Sierra, 2007). Este programa requiere presencia y capacidades instaladas en las regiones para lo cual el Sena tiene las características requeridas para su implementación.

Los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT), los Centros Regionales de Productividad (CRP), las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT) y los Parques Tecnológicos (PT) son organizaciones<sup>17</sup> llamadas a desempeñar un papel articulador en el SNCTI, mediante la generación y transferencia de tecnologías que contribuyan a crear empresas competitivas. Aunque gracias a los CDT, los CRP y las IEBT han mejorado las capacidades de innovación en los sectores en que se desempeñan, es necesario estimular y complementar estas acciones apoyando las relaciones entre universidad-empresa, mediante el fomento a la creación de organizaciones que sirvan de interfaz entre estos sectores. La anterior propuesta descansa en el estímulo a la creación al interior de las universidades de las denominadas Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), orientadas al monitoreo de los centros y grupos de investigación, para identificar y evaluar los resultados de investigación que se puedan transferir al sector productivo vía patentes, *spin-offs*, licencias o cualquier otro mecanismo de transferencia. Estas oficinas igualmente deben apoyar a los investigadores en los procesos de protección de la propiedad intelectual y de negociación de estos derechos. Complementariamente, se seguirán fomentando los Comités Universidad – Empresa - Estado, espacios de encuentro entre oferentes y demandantes de conocimiento.

### **Ruedas de negocio**

Las ruedas de negocio son un mecanismo para lograr la interacción entre empresarios e investigadores. Las experiencias en este campo de la Asociación para el Avance de la Ciencia (ACAC) en el marco de las ferias de la ciencia, y de los Comités Universidad – Empresa, entre otros, han mostrado su efectividad y por tanto han hecho que se multipliquen en diversas regiones del país y se conviertan en objeto de atención de la estrategia de fomento a la innovación.

Uno de los frutos más significativos de la labor que ha venido adelantando el Comité Universidad – Empresa – Estado en Medellín, con el apoyo de Colciencias y otras entidades, ha sido la realización anual, durante los últimos tres años, de una rueda de negocios, denominada TECNOVA, en la que directivos y técnicos de las empresas del país, se han encontrado con los investigadores de los principales grupos y centros de investigación de esa región y de algunas otras, en la búsqueda de posibilidades de transferencia de conocimientos hacia las empresas y el desarrollo de proyectos conjuntos. La dinámica alcanzada, condujo a que se creara una corporación del mismo nombre, que además de asumir la tarea de consolidar la rueda de negocios y llevarla a otras ciudades, aspira a ser otro catalizador de la interacción entre los actores del SNCTI.

<sup>17</sup> Dentro de las organizaciones de apoyo a la innovación, el desarrollo productivo y el emprendimiento se han encontrado entidades con diverso grado de desarrollo y efectividad en sus acciones. Así como en el 2006 se hizo una evaluación de Centros de Desarrollo Tecnológico que permitió diferenciar entre centros reales con capacidades para hacer desarrollo tecnológico y otros centros orientados a la gestión y los servicios, una evaluación similar se realizará a las incubadoras para determinar sus capacidades para apoyar la constitución y desarrollo de empresas de base tecnológica.

Las empresas deben asumir un papel protagónico en el proceso de transformación productiva, incorporando la innovación en su quehacer permanente, para lo cual resulta fundamental apoyar sus iniciativas de forma más directa. Durante los últimos años, las políticas públicas de apoyo a la innovación productiva se han centrado en apoyar a las empresas a través de los diferentes prestadores de servicios. Este enfoque, denominado de “oferta”, ha permitido alcanzar algún nivel de desarrollo de las instituciones; sin embargo, no se traduce en la atención a los reales requerimientos de las empresas. Es importante, entonces, buscar el desarrollo de este mercado con el fortalecimiento de instrumentos de apoyo directo a la demanda.

De igual manera, es necesario destacar la importancia de la demanda estatal por productos de alta tecnología, como parámetro fundamental en la consolidación de la capacidad de innovación de los países. Ejemplo de acciones que se adelantan con el fin de lograr el positivo efecto de este camino, es el proyecto que ejecuta la Asociación Colombiana de Ingenieros Eléctricos, Mecánicos y Afines, con el patrocinio del BID y cuyo objeto es “implementar un modelo piloto para el desarrollo de proveedores pymes en las empresas con capital público mayoritario de Colombia, preferentemente de los sectores energía y telecomunicaciones”. El Consejo Privado de Competitividad de Colombia, en su “Informe Nacional de Competitividad 2007”, recuerda la importancia que en este sentido tiene el Sector de Defensa y Seguridad Nacional – SDS, el cual planea desarrollar actividades conducentes a la certificación de talleres que le sean útiles para el mantenimiento y que estén en capacidad de construir piezas y repuestos para la industria militar. Igualmente, cita la implementación de una política de acuerdos de compensación industrial (*offsets*), que viene adelantando el SDS y que, además de beneficiar directamente al sector, deberá beneficiar sectores civiles relacionados con temas como biocombustibles, agroindustria y rehabilitación de traumas humanos. Se revela así otro importante frente de acción que debe ser reconocido y respaldado por el SNCTI.

Otra importante forma de atención selectiva es el apoyo a clusters, cadenas productivas y otras formas de aglomeraciones empresariales, que presentan ventajas en la medida que aprovechan la presencia de externalidades específicas a una industria (Sierra, 2007). Colciencias ha establecido unos criterios para determinar el tipo de clusters a apoyar, bien sea por su carácter estratégico hacia la transformación productiva (apoyo a nuevos sectores), su peso en la economía (modernización de sectores tradicionales), sus efectos demostrativos, o por su contribución al desarrollo económico regional. Para el fortalecimiento de la posición local de las empresas dentro de los cluster se han previsto las siguientes líneas de acción: a) apoyo a la innovación a partir del desarrollo de proveedores que redunde en mayores niveles de competitividad y en el establecimiento de relaciones de largo plazo y, b) profundización de los vínculos con los gremios empresariales y asociaciones de productores comprometidos con el desarrollo de clusters.

### **3.3.3 Formalización laboral y empresarial**

Desde la CTI se propone fomentar investigación en ciencias sociales que apoyen la formulación de políticas públicas. Por ejemplo, el desarrollo de investigaciones sobre alternativas para la incorporación productiva de poblaciones desplazadas y



desmovilizadas; y sobre la relación educación y trabajo, ya que el país requiere repensar su sistema educativo, teniendo como horizonte mejoras en la competitividad.

Estas investigaciones deben orientarse a indagar sobre las relaciones de causalidad entre el empleo de calidad y la productividad, con el fin de buscar explicaciones más amplias y de fondo a los problemas de un país como Colombia con más del 50% de la fuerza laboral en condiciones de informalidad. Profundizar en estos análisis contribuiría a explicar situaciones como las actuales, de desempleo con crecimiento. Esto es, analizar las nuevas tendencias de las estructuras productivas de las firmas a nivel mundial, que inducen a relaciones laborales cada vez más “flexibles” e inestables, lo que significa para las empresas bajos costos y para la fuerza laboral, más informalidad.

Igualmente, se propone apoyar investigación sobre alternativas de organización empresarial que contribuyan a la formalización laboral, lo cual implica realizar estudios sobre los costos laborales y tributarios de formalización para las empresas.

### **3.4 Consolidar la institucionalidad del SNCTI**

Aunque se ha construido una institucionalidad en materia de ciencia, tecnología e innovación, reflejada en la adopción de políticas y programas de CTI por parte de un grupo importante de actores del SNCTI, falta más articulación entre las entidades públicas, tanto en lo relativo a los criterios para asignación de recursos como a la fijación de prioridades. Sin embargo, con la decisión del gobierno de fortalecer el Sistema y a Colciencias las convergencias y coordinación entre las instituciones se multiplican y dan paso a una eficiente operación del Sistema.

Con el objetivo de acelerar el desarrollo científico y tecnológico del país se ha propuesto una modificación del SNCTI con miras a su fortalecimiento. Estos cambios están planteados en el proyecto de Ley de Ciencia y Tecnología radicado en el Congreso, cuyos principales objetivos son:

- Darle a Colciencias los instrumentos políticos, legales y administrativos para que pueda cumplir su tarea como entidad líder en esta materia.
- Incrementar el presupuesto nacional para investigación e innovación, mediante la búsqueda y aseguramiento de fuentes de recursos estables y suficientes para la CTI.
- Desarrollar un esquema financiero que facilite la financiación de investigación e innovación mediante la articulación de recursos internacionales, públicos y privados.

Como parte del proceso de fortalecimiento del SNCTI se propone que el CONPES sea la instancia para discutir la política y el presupuesto de CTI, teniendo en cuenta su naturaleza de máximo consejo de la administración pública. Colciencias, como secretaría técnica del SNCTI apoyará al DNP en la preparación y presentación de los documentos de CTI ante el Conpes.

Por otra parte, en el marco de la nueva institucionalidad propuesta en el proyecto de Ley, se revisarán la composición y las funciones de las instancias asesoras y de decisión del SNCTI, tales como el Consejo Nacional y los Consejos de Programas.

Para consolidar la institucionalidad construida se requiere optimizar los recursos y esfuerzos para la ciencia, la tecnología y la innovación de manera realmente coordinada. Lo anterior involucra el diseño de los acuerdos institucionales (normas y arreglos organizacionales y de procesos) que en su operación logren:

- Reflejar la voluntad política del alto gobierno por darle prioridad al desarrollo de la ciencia y la tecnología
- Vincular activamente al sector productivo y a todos los estamentos de la sociedad
- Construir y fortalecer el capital social en materia de CyT, para el desarrollo de estas actividades
- Facilitar la identificación y la agrupación de la inversión pública en ciencia, tecnología e innovación, así como el seguimiento a las actividades desarrolladas con estos recursos, mediante la mejora del clasificador programático que agrupe presupuestalmente los programas y proyectos destinados a CyT, entre otras acciones.

Por otra parte, se ve necesario adecuar el marco legal para el fomento de CTI en lo que se refiere a: a) flexibilizar el régimen de contratación de investigadores en entidades públicas; b) modificar, para efectos de proyectos de investigación, la ley que regula el acceso a recursos biológicos y genéticos; c) crear en las universidades públicas los mecanismos para la vinculación de jóvenes desatacadados académicamente para que ingresen al programa de formación de investigadores.

Por otro lado, DNP, Colciencias y el CNCyT han emprendido acciones para fortalecer las acciones de los Consejos de Programa Nacionales de CyT, mediante el nombramiento de nuevos consejeros y la búsqueda de una mayor participación de los ministros del ramo. En cuanto a la planeación y formulación de políticas “sectoriales” de desarrollo científico y tecnológico, la entidad está adelantando un conjunto de acciones, tales como: a) la formulación de un plan estratégico 2007-2010 para Colciencias; b) la elaboración, con el apoyo de los Consejos, de los planes de los PNCyT; y c) el mejoramiento de los sistemas de información y el desarrollo de indicadores de seguimiento y evaluación para la gestión de la CTI, que asegure una mayor pertinencia y eficiencia en la aplicación de los recursos. Lo anterior permitirá la retroalimentación y ajuste de los instrumentos de fomento a la investigación y la innovación.

Colciencias trabajará en la mejora continua del Sistema Nacional de Información de CTI, y ha emprendido acciones para resolver los problemas de calidad, confiabilidad y oportunidad de la información. Esto comprende la consolidación, fortalecimiento e integración de los sistemas de información misionales, tales como ScienTI, Publindex, Recursos Humanos, Sistema Integral de Gestión de Proyectos -SIGP y el intercambio e integración de información con otros actores del SNCTI, tales como Icetex, Ministerio de Educación Nacional (particularmente el SNIES), universidades y centros de investigación, a través del desarrollo de *web services* y esquemas XML.

Por otra parte se propone el desarrollo de un sistema de información integral que apoye la toma de decisiones en CTI, mediante la automatización de la captura de datos generada por los diferentes actores que administran información en CTI, y la articulación y definición de protocolos de comunicación con entes públicos nacionales y

territoriales. Se considerará también la escala geográfica, es decir, la especificidad de información de regiones y localidades de menor desarrollo.

Se trabaja para lograr que el sistema de información pueda trabajar en línea y tiempo real con las universidades que tienen una masa crítica de investigadores activos y proyectos de investigación, a solicitud de estas. Hasta el momento se han realizado pruebas piloto con la Universidad Nacional que accede a “consultas en línea” de las hojas de vida de sus investigadores, a través de su sistema Hermes. A las universidades de los Andes y el Rosario, entre otras, se les ha proporcionado información sobre sus investigadores en medios magnéticos, para su análisis e integración a sus sistemas. Este proceso dinámico mejora la calidad de la información.

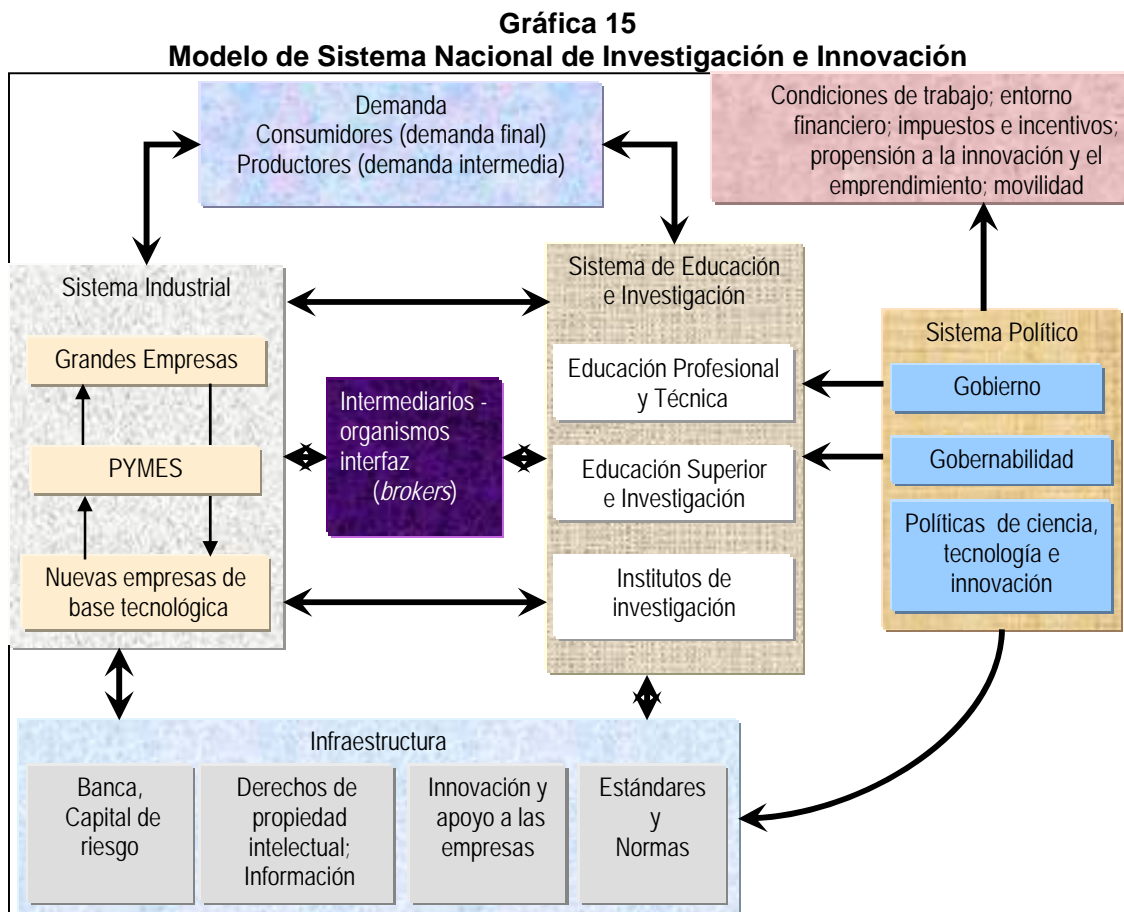
Con miras a avanzar en la consolidación de la institucionalidad del SNCTI se trabaja en dos frentes muy importantes: a) la armonización de las metodologías de formulación y evaluación de los proyectos de innovación y desarrollo productivo; y, b) el intercambio de información entre entidades (Colciencias, MADR, Sena, Fomipyme, etc.). Para lo anterior se requiere el fortalecimiento del Sistema Unificado de Información y Gestión de Proyectos (SUIGP-CTI), herramienta basada en el SIGP de Colciencias y transferida a estas instituciones, buscando que se consolide y se comparta la información de las diferentes entidades en una sola base de datos (según el Conpes 3280 “Optimización de los instrumentos de desarrollo empresarial”). Esto permitirá compartir la información entre los agentes, una mayor eficiencia de la inversión pública, y la focalización de los programas de innovación y desarrollo empresarial.

Como parte de la estrategia para la consolidación del SNCTI, el Centro de Documentación de Colciencias se convertirá en un centro referencial virtual en política científica y tecnológica, a través de una herramienta que permita la administración y acceso vía web y el desarrollo de enlaces y participación permanente en redes nacionales e internacionales de información científica y tecnológica. Este proceso conlleva la promoción y fomento de la producción de literatura científica en formatos digitales, la creación de repositorios y bibliotecas digitales y la divulgación de la producción científica y tecnológica del país, conformando con ello programas de apropiación pública del conocimiento.

La Junta Directiva del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología –OCyT decidió en junio del 2007 iniciar un proceso de reorientación y reingeniería del OCyT, con miras a su fortalecimiento institucional y financiero. El modelo de Observatorio propuesto, aprobado por la Junta Directiva y el Consejo Científico, implica consolidar al OCyT como un centro de investigación independiente y especializado en la producción de estadísticas e indicadores de CTI, para lo cual debe ser independiente y autónomo, con el fin de garantizar la confiabilidad y calidad de la información. Las actividades principales definidas para el Observatorio son: a) producción de indicadores sobre el estado de la CTI, b) estandarización y normalización de metodologías e indicadores, y c) sistematización de información. Todas ellas deben ser complementadas por un pre-análisis de datos y la realización de proyectos de investigación, enmarcados en líneas de investigación definidas con los socios.

Colciencias adopta el modelo de sistema de investigación e innovación elaborado por Arnold y Kuhlman (2001), (citados por Arnold, 2004), como modelo operativo del sistema colombiano. Este modelo muestra los principales actores y las relaciones que se dan entre ellos, donde es de resaltar que las políticas de CTI se incluyen dentro del

sistema político. Este modelo sirve como guía para entender el SNCTI colombiano e identificar los obstáculos que debe corregir la Política de Fomento a la Investigación y la Innovación, los actores que faltan o cuales es necesario fortalecer para que los flujos de conocimiento y financiamiento fluyan entre ellos.



Fuente: Arnold & Kuhlman (2001), citados por Arnold, 2004.

### 3.5 Fomento a la apropiación social de la CTI en la sociedad colombiana

Las actividades científicas, tecnológicas y de innovación son prácticas sociales, lo que implica que son un asunto que le concierne y en las que participa, activa o pasivamente, la sociedad en su conjunto. Un sistema democrático requiere ciudadanos conscientes de las decisiones que afectan sus vidas. Una sociedad en la que el conocimiento acerca de cómo opera la ciencia y la tecnología está ampliamente distribuido entre la población, abre espacios de participación activa de modo que se utilice efectiva y concertadamente. Por tanto, los espacios de aprendizaje y debate acerca de la producción, la validación y el uso del conocimiento deben hacer parte de la agenda pública, donde, en un proceso democrático, la sociedad tenga la opción de participar en la discusión de los problemas y las soluciones del país.

Los lineamientos estratégicos propuestos alrededor de la apropiación social de la CTI se enmarcan en la determinación de estimular la creación y consolidación de espacios para la comprensión, reflexión y debate de soluciones a problemas sociales, políticos, culturales y económicos en los cuales la generación y uso de conocimiento científico y tecnológico juegan un papel preponderante. Con ellos será posible incentivar la formación de una opinión pública informada sobre las implicaciones y alcances de las investigaciones científicas y los desarrollos tecnológicos.

La apropiación social del conocimiento evidencia ante la opinión pública que las CTI forman parte del quehacer diario por lo que no se restringe a una actividad de expertos, sino de todos los ciudadanos en cuanto a receptores y usuarios de las innovaciones científico-tecnológicas. En este sentido, es necesario construir, fomentar y fortalecer canales de comunicación que actúen en los dos sentidos, a saber, desde los expertos hacia los legos y viceversa.

La política de apropiación social de la CTI en la sociedad colombiana contempla entonces distintas acciones, entre las que se destacan:

- Fomento a proyectos para la circulación de información sobre la construcción de conocimientos científicos y tecnológicos y los procesos de innovación, como prácticas sociales, a través de medios de comunicación tanto escritos como audiovisuales y virtuales (publicaciones, prensa, radio, televisión, e Internet, entre otros), especialmente a las iniciativas adelantadas en el país, lo que contribuye al posicionamiento de las CTI en las reflexiones y debates sobre políticas para el desarrollo nacional.
- Diseño y puesta en marcha de la política editorial de Colciencias, lo que contempla proyectos editoriales propuestos por el Instituto así como apoyo a iniciativas externas, de acuerdo con las necesidades del país.
- Apoyo a la realización de debates y foros públicos sobre temas de interés nacional y regional relacionados con CTI, con el objeto de analizar y discutir casos de impacto nacional y regional que permitan generar y usar resultados de investigación nacionalmente pertinentes e internacionalmente competitivos. Se buscará que estos espacios cuenten con garantías tanto de pluralidad como de rigor académico, de modo que ofrezcan elementos para la discusión basada en información fidedigna, así como herramientas de juicio para la toma de decisiones tanto a nivel nacional como regional.
- Promoción de proyectos de investigación conjuntos de universidades (facultades de ciencias sociales, ciencias e ingeniería) o centros de investigación con entidades dedicadas a la apropiación (como museos) para la generación y difusión de nuevo conocimiento acerca del desarrollo histórico, estado actual y prospectiva de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia, así como de los procesos mismos de la socialización de la CTI.
- Promoción de la creación en los sectores educativos formal, informal, y no formal de cursos y programas de posgrado en distintas regiones del país que promuevan la reflexión acerca de la relación entre ciencia, tecnología, naturaleza y sociedad.

- Ampliación del apoyo a la creación de vocaciones científicas en los niños y niñas a través de proyectos de aprendizaje por indagación (como el Programa Ondas). Colciencias ha liderado este programa que, aunque tiene una amplia cobertura regional, atiende un porcentaje mínimo de la población escolar colombiana. Dado que la entidad quiere cubrir la demanda nacional, se propone realizar las acciones necesarias para trabajar conjuntamente con las secretarías de educación departamentales y el MEN, con miras a su consolidación, profundización y ampliación.

### **3.6 Dimensiones regional e internacional de la CTI**

La dimensión regional de la política nacional de CTI recoge los lineamientos establecidos en el capítulo de CTI del Plan Nacional de Desarrollo; por lo anterior, orienta su accionar a la reducción de los desequilibrios regionales, a la consolidación de un SNCTI descentralizado, a avanzar en la autonomía territorial y al fortalecimiento de las capacidades regionales para la generación, gestión y uso de conocimiento.

Para el logro de estos propósitos, es necesario fortalecer a las entidades territoriales en su papel de liderazgo y coordinación de los agentes del SNCTI en el orden regional, y a los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología (Codecyt) para que cumplan con la misión de ser el organismo de articulación público-privado y gestor de la CTI para el desarrollo y la competitividad del respectivo departamento.

Por lo anterior, los lineamientos para la estrategia de regionalización son: a) el fortalecimiento en el orden territorial la gestión pública de la CTI, mediante el desarrollo del papel de las gobernaciones y las alcaldías en estos temas; b) la consolidación de los Codecyt; y c) el incremento de los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios para la buena gestión y la buena coordinación entre los planes y programas nacionales y regionales.

En general, el objetivo desde el orden nacional es el de contribuir en el ámbito territorial al logro de un sistema de gestión de conocimiento e innovación que le permita a las regiones de Colombia acceder al conocimiento o emprender la investigación y la innovación requeridas para transformar su realidad. Específicamente se busca: a) contribuir en el fortalecimiento de las capacidades y recursos para la gestión pública de CTI, en el orden territorial; b) incrementar las capacidades y recursos para acceder al conocimiento o emprender la investigación e innovación requeridas para la transformación productiva y social de los territorios; y, c) facilitar la movilización, participación y vinculación de todos los sectores de la sociedad comprometidos en la generación, gestión, acceso y uso del conocimiento en el ámbito local y regional.

La estrategia de regionalización busca primordialmente apoyar las siguientes acciones:

- Fortalecimiento de los Sistemas Regionales de CTI con lo cual se busca el mejoramiento en la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de CTI por parte de los entes territoriales.

- Gestión interinstitucional para fomentar la integración de la estrategia de regionalización del SNCTI con el Sistema Nacional de Competitividad y el de apoyo a las mipymes.
- Generación de capacidades territoriales en gestión de la CTI, mediante la capacitación de actores regionales, tanto de entidades públicas como privadas, relacionadas con la gestión del conocimiento y la innovación.
- Fomento al diseño e implementación de políticas públicas territoriales para el desarrollo científico y tecnológico y el fomento a la innovación.
- Apoyo para el diseño y desarrollo de instrumentos regionales de financiación de las actividades de CTI.
- Fomento de programas de investigación e innovación supra-departamentales o con vocación regional que conduzcan al desarrollo regional.

Así se espera lograr que cada departamento esté apoyado en una organización líder en la gestión del conocimiento, que le permita fomentar la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación, y la apropiación del conocimiento de forma tal que esté en capacidad de ofrecer soluciones a los intereses locales y departamentales. Así mismo, se espera lograr el cumplimiento del 100% de los planes de acción derivados de las Agendas Departamentales de CTI y el plan estratégico nacional de los Codecyt, aprovechando la capacidad de construcción colectiva en la estructuración de propuestas innovadoras y pertinentes de impacto regional, y la oferta oportuna de políticas, planes, programas y proyectos para la transferencia de CTI a las empresas, la academia, la sociedad civil y el sector público en el orden territorial.

La estrategia de internacionalización tiene por objetivo fundamental consolidar la proyección internacional de la CTI colombiana, al 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, con el fin de favorecer la inserción de la CTI colombiana en redes internacionales. El aislamiento es improcedente y el principio de reciprocidad y colaboración, entre países, ha regresado para presidir la cooperación en todos los campos. Los organismos multilaterales, mundiales o regionales, actúan como catalizadores de tendencias nacientes o en extinción. De otra parte, la bilateralidad mantiene su valor político en la sociedad y la cooperación internacionales.

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. Se contemplan las siguientes líneas de acción:

- Búsqueda y aprovechamiento de fuentes de cooperación tanto bilaterales como multilaterales, priorizando las áreas del conocimiento a ser abordadas y focalizando desde una perspectiva geopolítica la gestión de las relaciones internacionales. Fortalecimiento de las relaciones con la Unión Europea. Concomitantemente, se impulsará una agenda para el escalamiento de las

relaciones con países de interés estratégico: Alemania, Estados Unidos, China, Brasil, Corea, Chile, España, Francia, Japón, India y la Federación Rusa.

- Apoyo a la movilidad internacional de investigadores e innovadores, a través de la cual se busca promover el intercambio internacional de la comunidad científica y tecnológica por medio de acuerdos de cooperación asociados al desarrollo de proyectos conjuntos. En lugar de asignar recursos de manera dispersa en pequeños convenios, como viene sucediendo, se coordinarán y escalarán las distintas ofertas para contar así con un espectro de programas con mayor impacto.
- Aprovechamiento de la diáspora científica, articulando las capacidades nacionales en CTI con investigadores colombianos en el exterior para capitalizar el conocimiento, capacidades y relaciones que tienen los colombianos radicados en el exterior y dedicados al desarrollo de actividades de CTI. Esto permitirá a los investigadores e innovadores colombianos cooperar con otros sistemas y redes de conocimiento que complementen las iniciativas a nivel nacional.
- Desarrollo de la capacidad de cooperación horizontal, entendiendo por esto el apoyo a países de América Latina y el Caribe en áreas donde Colombia ha desarrollado capacidades institucionales y humanas en CTI. Aquí se desarrollaría las acciones de cooperación que se desarrollan en el marco del Plan Puebla-Panamá, entre otros.

En suma, 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 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.

### **Red ScienTI**

La Red Internacional de Fuentes de Información y Conocimiento para la Gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación –Red ScienTI, es una expresión cooperativa internacional sin fines de lucro entre organismos nacionales e internacionales de ciencia y tecnología, grupos de desarrollo e investigación y entidades patrocinadoras, para el desarrollo continuo de metodologías y herramientas que apoyen la gestión de la actividad científica y tecnológica.

Se concibe como una plataforma operando en red de sistemas de información, directorios, portales web y herramientas de extracción de información y conocimiento, cuyo principal objetivo es contribuir a la gestión de la actividad científica, tecnológica y de innovación.

ScienTI-Colombia fue creada con el fin de: a) adquirir una base tecnológica moderna y funcional; b) facilitar un seguimiento permanente a los desarrollos nacionales e internacionales en CTI; c) proveer enlaces entre investigadores, grupos, instituciones y otros; y, d) implementar estrategias



para el fortalecimiento de la CTI. La plataforma colombiana ha evolucionado más allá de su versión original y cuenta actualmente con el reconocimiento en la región de América Latina.

Colciencias ha iniciado un proceso de transferencia de los desarrollos correspondientes a hojas de vida de investigadores (CvLAC) y grupos de investigación (GrupLAC) desarrollados en Colombia a organismos de algunos de los países de América Latina que conforman la Red ScienTI. Este proceso ha adquirido dinamismo gracias al apoyo de la OEA.

La transferencia de tecnología es un mecanismo de propagación de capacidades y un medio esencial para cerrar la brecha de desarrollo entre los diferentes países. A través del proyecto financiado por la OEA, y liderado por Colciencias, se busca contribuir a la dinamización y fortalecimiento de la Red ScienTI, el intercambio de la información entre los países miembros, y en un futuro, a la conformación de redes internacionales de investigación.

## 4 Instrumentos de fomento a la investigación y la innovación

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación cuenta con un conjunto de instrumentos de apoyo a la investigación y la innovación que permiten desarrollar los objetivos y las estrategias de la política, todos ellos son concedidos a través de fondos concursables, fundamentados en la evaluación por pares y la revisión y recomendación de los Consejos de los PNCyT –cuando haya lugar– o del Consejo Nacional de CyT – en el caso de los estímulos tributarios. Los diferentes instrumentos se pueden agrupar así:

1. Financiamiento para proyectos de I+D+I:
  - Recuperación contingente para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico
  - Cofinanciación de proyectos colaborativos academia-empresa
  - Incentivo a la innovación tecnológica vía crédito, Línea Bancoldex-Colciencias, Finagro - Colciencias
  - Riesgo tecnológico compartido para empresas
  - Garantías para proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, Convenio Fondo Nacional de Garantías- Colciencias
2. Financiamiento para la formación de recursos humanos
  - Créditos educativos
  - Jóvenes investigadores e innovadores
  - Programa de capacitación en el exterior de gerentes innovadores y personal vinculado a investigación y desarrollo e innovación
  - Intercambio de investigadores
3. Incentivos tributarios para la investigación y la innovación
  - Dedución por inversiones o donaciones en proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico
  - Exención de impuesto de renta sobre producción de software y medicamentos
  - Exención de IVA en la importación de equipos y elementos
4. Otros apoyos
  - Financiación eventos científicos
  - Vinculación de investigadores en empresas
  - Financiación de registro de patentes o tecnologías protegibles
  - Misiones tecnológicas empresariales.

Uno de los principales retos de la Visión 2019 y del Plan Nacional de Desarrollo en materia de ciencia, tecnología e innovación es el de aumentar la inversión nacional en estas actividades, para lo cual hay que adelantar acciones que mejoren la efectividad de los instrumentos de fomento, y de esta manera apalancar una mayor inversión privada. Dentro de estas acciones se pueden mencionar:

- Mayor divulgación de los instrumentos de fomento a la innovación a la innovación, ya que el 39% de las empresas del sector manufacturero

manifiestan no utilizarlos debido a la falta de información o a su desconocimiento (Salazar, 2007).

- Agilizar el trámite de aprobación de los incentivos fiscales por inversión y donación en proyectos de CTI.
- Revisar las condiciones y procedimientos para el otorgamiento del incentivo a la innovación asociado a línea de crédito, para hacerlo más atractivo y de más fácil acceso.
- Redefinir los criterios de condonación del instrumento “riesgo tecnológico compartido”, con miras a que efectivamente disminuya el riesgo que implicar invertir en I+D.
- Potenciar el instrumento de cofinanciamiento (i.e. proyectos colaborativos universidad-empresa).
- Promoción de los fondos de capital de riesgo a través de: a) autorizar inversiones de los fondos de pensiones y cesantías; b) profesionalizar el manejo de los fondos; c) conformar agentes intermediarios que apoyen la gestión ante los fondos (apoyo en la formulación de planes de negocio); y, d) apoyar la investigación precompetitiva (en asocio o no con universidades y centros de I+D), base para el desarrollo de productos innovadores.
- Proponer nuevos instrumentos financieros para el fomento de la investigación e innovación en las empresas.

## **5 Anexo: Descripción de los instrumentos**

### **5.1 Recuperación contingente**

Con esta modalidad se busca apoyar, con recursos financieros, la ejecución de proyectos y programas de investigación científica o de desarrollo tecnológico en el marco de las convocatorias de los PNCyT. Los rubros financiables a través de proyectos son: Personal (asesor, investigador, auxiliar) Equipos, Materiales, Bibliografía, Viajes, Servicios Técnicos, Software, Publicaciones. También se apoyarían las etapas pre-proyecto que conlleven a fortalecer la capacidad de formulación de proyectos de investigación de alta calidad, como proceso fundamental para avanzar hacia el incremento y la consolidación de la capacidad de investigación en el país y las etapas pos-proyecto a través de las cuales se evalúe el impacto que generan los resultados de los proyectos una vez son aplicados por los sectores beneficiarios de los mismos; se comiencen a apropiar los resultados de la investigación en los beneficiarios de los mismos a través de la ejecución de proyectos piloto de investigación-acción.

Los proyectos a apoyar se seleccionan a partir de convocatoria pública dirigida a investigadores, centros y grupos de investigación en la modalidad de recursos no reembolsables, los cuales se seleccionan por un proceso de evaluación por pares donde las propuestas seleccionadas cumplen con los criterios de calidad, pertinencia y eficiencia en el gasto y cuyos resultados esperados indiquen su relevancia e impacto positivo, a corto, mediano o largo plazo, para los sectores beneficiarios.

### **5.2 Cofinanciación**

El objetivo de este programa es apoyar la realización de programas estratégicos o proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, que se realicen de manera conjunta entre una o más empresas, de una parte, y un centro de desarrollo tecnológico o un grupo de investigación de una universidad, de otra.

Colciencias aporta, con fondos no reembolsables, hasta la totalidad de los gastos de la universidad o centro en el proyecto, sin exceder el 65% del valor total del proyecto en el caso de pymes, y el 40% en el caso de grandes empresas. Para proyectos entre una sola empresa y un centro o universidad, hasta 1000 salarios mínimos legales mensuales vigentes. Para proyectos de dos o más empresas o asociativos o programas estratégicos, se financia hasta 4.000 Salarios Mínimos Legales Mensuales Vigentes (SMLMV).

La convocatoria se encuentra abierta todo el año.

Los tipos de proyectos financiables son:

- Proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico
- Proyectos de modernización empresarial y fortalecimiento de la capacidad tecnológica
- Proyectos de desarrollo de productos, procesos y servicios basados en tecnologías de información y comunicaciones.

- Proyectos de capacitación en nuevas tecnologías
- Proyectos de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales

### **5.3 Incentivo a la innovación tecnológica vía crédito, Línea Bancoldex-Colciencias, Finagro - Colciencias**

Mediante este programa se financian proyectos de innovación con créditos de largo plazo e incentivos a las empresas, de todos los sectores, radicadas en el país.

Esta modalidad de crédito cuenta con la posibilidad de lograr un incentivo a la innovación tecnológica, concebido como un prepagado al mismo con recursos públicos, y que depende del tamaño de la empresa, la intensidad tecnológica del proyecto o programa y el destino de los resultados a obtener con el proyecto – mercado nacional o externo. Los incentivos se calculan así:

- 50% a proyectos de pymes con muy significativo esfuerzo de innovación tecnológica y claras posibilidades de exportación de los productos resultantes del desarrollo tecnológico.
- 40% a proyectos de pymes con muy significativo esfuerzo de innovación tecnológica orientados a satisfacer el mercado nacional.
- 30% a proyectos de grandes empresas con muy significativo esfuerzo de innovación tecnológica.
- 25% a proyectos de importante esfuerzo en innovación tecnológica.

El máximo valor del crédito es de hasta el 80% del proyecto, sin que supere 10.000 SLMMV, en un plazo de 10 años, incluidos 3 años de gracia y la tasa de interés es la tasa de redescuento fijada por Bancoldex y FINAGRO.

La convocatoria está abierta todo el año. El tipo de proyectos financiables son.

- Proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico
- Proyectos de modernización empresarial y fortalecimiento de la capacidad tecnológica
- Proyectos de desarrollo de productos, procesos y servicios basados en tecnologías de información y comunicaciones
- Proyectos de capacitación en nuevas tecnologías
- Proyectos de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales.

### **5.4 Riesgo tecnológico compartido**

A través de este programa se financian proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, donde hay un componente de investigación con altas incertidumbres y que sean ejecutadas por micros, pequeñas y medianas empresas.

Consiste en un financiamiento parcial de Colciencias, con componentes no reembolsables y reembolsables, cuyos porcentajes se fijan de acuerdo con el grado de éxito del proyecto. Colciencias financia hasta el 80% del valor total del proyecto, sin superar el equivalente a 200 SMLMV, y el beneficiario debe aportar como mínimo el 20% restante como contrapartida en especie o en dinero.

La convocatoria se abre durante un periodo en el año.

## **5.5 Créditos Educativos**

Todos los programas para la formación de talento humano de alto nivel que ofrece Colciencias, tanto en Colombia como en el exterior, son créditos educativos condonables. Colciencias, en su tarea de formar investigadores, se ha especializado en apoyar casi exclusivamente estudios doctorales, y maestrías solamente cuando son prerrequisito para la entrada al programa doctoral.

La selección del candidato depende exclusivamente de los méritos de su hoja de vida, los cuales son evaluados por un comité de selección y evaluación externo a Colciencias, tanto para doctorados nacionales como para estudios en el exterior.

Para los doctorados nacionales, Colciencias se financia hasta 48 meses a partir de la fecha de inicio del programa de estudios. Los rubros son los siguientes:

- Valor de la matrícula
- Sostenimiento mensual (estudiantes sin comisión de estudios)
- Pasantía en el exterior (estudiantes sin comisión de estudios), máximo 6 meses
- Tiquetes de ida y regreso para la pasantía, en tarifa económica
- Seguro médico por el tiempo de duración de la pasantía
- Gastos de presentación y defensa de la tesis, una sola vez durante el período de estudios.

Colciencias ha venido trabajando conjuntamente con instituciones de otros países para apoyar a estudiantes que quieran cursar estudios de alto nivel en el exterior. Ejemplos de estas instituciones son la Comisión Fulbright de EEUU, la DAAD de Alemania, y LASPAU (*Academic and Professional Programa for the Americas*). Se espera que a futuro Colciencias pueda firmar convenios con otras instituciones similares en otros países. Para las maestrías y doctorados en el exterior la financiación se ha venido otorgando por 24 meses para maestría y 36 meses para doctorado. Los rubros a financiar son:

Por parte de Colciencias:

- Valor de matrícula, en los casos en los cuales no se obtenga una exención total de la misma.
- Parte del sostenimiento.
- Seguro médico.
- Gastos de presentación y defensa de la tesis, una sola vez durante el período de estudios.
- Perfeccionamiento de idioma que cubre el valor de la matrícula hasta por 6 meses.

La institución que avala y auspicia:

- Parte del sostenimiento.
- Libros y bibliografía durante el tiempo de duración de la financiación del programa de estudios.
- Tiquetes aéreos de ida y regreso.
- Gastos de presentación y defensa de la tesis.

- Perfeccionamiento del idioma: El 80% del sostenimiento por un tiempo máximo de seis meses y los rubros no eximibles como libros, viaje internacional y seguro médico.

El beneficiario:

- Rubros no deducibles de matrícula y otros rubros académicos.
- Exámenes requeridos (TOEFL, GRE, etc.).
- Derechos de inscripción a las universidades.
- Gastos de instalación.
- Costo de legalización del contrato de crédito educativo a suscribir con Colciencias.
- Valores no cubiertos por Colciencias y la entidad que avala.

El monto de estos rubros varía dependiendo de los diferentes convenios establecidos con las instituciones extranjeras mencionadas.

## **5.6 Jóvenes investigadores e innovadores**

El programa de jóvenes investigadores busca propiciar el acercamiento al quehacer científico y a la innovación tecnológica a jóvenes profesionales del país, mediante su vinculación a grupos de investigación, centros de desarrollo tecnológico, incubadoras de empresas de base tecnológica, centros regionales de productividad, entidades públicas, gremios, instituciones tecnológicas y a las empresas colombianas, a través de becas -pasantía para formarse mediante la metodología "aprender haciendo con criterio".

A través de las diferentes modalidades de financiación se promueve la integración del sector productivo con el académico, la generación de capacidades de investigación en regiones con menor desarrollo y el relacionamiento entre grupos de investigación consolidados y de desarrollo incipiente en el país.

Se financia el estipendio del joven investigador e innovador por un periodo de un (1) año a razón de un valor mensual cercano a los tres salarios mínimos. Los aportes de las entidades participantes sobre esa asignación mensual son: Colciencias 60% y la entidad beneficiaria el 40%, para la modalidad regional o interinstitucional; y para la modalidad tradicional, Colciencias el 40% y la entidad beneficiaria el 60%. La convocatoria se realiza durante un periodo en el año

## **5.7 Capacitación en el exterior de gerentes innovadores y personal vinculado a investigación y desarrollo e innovación**

El programa gerentes innovadores busca capacitar, mediante pasantías y cursos de corta duración en el exterior, en la gestión de las actividades de investigación y desarrollo, y en la gestión de conocimientos, el talento humano del sector empresarial.

Se realiza una convocatoria anual, dirigida a personal directivo (gerentes, presidentes y vicepresidentes) y personal profesional de empresas, vinculados con actividades de

investigación y desarrollo e innovación, directores de centros de desarrollo tecnológico, centros de investigación y centros regionales de productividad.

La financiación de las pasantías y cursos se da en la modalidad de cofinanciación tripartita contando con aportes de Colciencias, de la institución que avala y auspicia y del beneficiario.

La convocatoria está abierta todo el año con diferentes fechas de corte.

### ***5.8 Intercambio de investigadores***

A través de este instrumento se promueve el intercambio de investigadores en períodos que van desde cuatro días hasta seis meses, en el ámbito internacional. Dicho intercambio tiene fines exclusivamente científicos, con actividades que redunden y tengan impacto en los programas de doctorado. Dependiendo de la modalidad se financian los siguientes rubros: pasajes aéreos de ida y regreso, sostenimiento y seguro médico.

Está dirigida a profesores o científicos extranjeros que apoyen investigaciones de profesionales colombianos en el marco de los programas doctorales; que sirvan como jurados o tutores de tesis doctorales; o que se vinculen a un programa de doctorado nacional dictando cursos o módulos dentro de su plan de estudios.

También para docentes investigadores de los programas de doctorados nacionales que necesiten desplazarse al exterior a desarrollar actividades inherentes a su trabajo investigativo o aquellos que necesiten mejorar su desempeño en el exterior en beneficio del programa doctoral al que pertenecen.

### ***5.9 Deducción por inversiones o donaciones en proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico***

Cualquier persona que realice inversiones o donaciones (a universidades, centros de desarrollo tecnológico, grupos de investigación) a proyectos calificados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, como de carácter científico, tecnológico o de innovación, podrá deducir el 125% del valor invertido en el período gravable, en que realizó la inversión, sin exceder el 20% de la renta líquida gravable. Los proyectos de inversión deberán desarrollarse en áreas estratégicas para el país tales como ciencias básicas, ciencias sociales y humanas, desarrollo industrial, ciencias agropecuarias, medio ambiente, hábitat, educación, salud, electrónica, telecomunicaciones, informática, biotecnología, minería y energía. Esta deducción no podrá exceder del veinte por ciento (20%) de la renta líquida, determinada antes de restar el valor de la inversión. (Ver Ley 633 del 200, art. 12, que modificó el artículo 158-1 del Estatuto Tributario).

### ***5.10 Exención de impuesto de renta sobre producción de software y medicamentos***



La Ley 788 de 2002 contempla dos clases de incentivos tributarios específicos para avances tecnológicos en materia de software y medicamentos. Estos incentivos fueron incorporados en el Estatuto Tributario en el artículo 207-2 numeral 8, en donde se estableció que constituyen rentas exentas los ingresos provenientes de nuevos productos medicinales y el software elaborados en Colombia y amparados con nuevas patentes registradas ante la autoridad competente, siempre y cuando tengan un alto contenido de investigación científica y tecnológica nacional, certificado por Colciencias y sobre esta base expide certificación para exención de pago de impuesto de renta sobre las ventas generadas de este producto por diez años.

### ***5.11 Exención de IVA en la importación de equipos y elementos***

De acuerdo al Artículo 428-1 del Estatuto Tributario: “Los equipos y elementos que importen los Centros de Investigación y los Centros de Desarrollo Tecnológico reconocidos por Colciencias, así como las instituciones de educación superior, y que estén destinados al desarrollo de proyectos previamente calificados como de investigación científica o de innovación tecnológica por Colciencias, estarán exentos del impuesto sobre las ventas (IVA)”.

### ***5.12 Financiación de patentes o tecnologías protegibles***

Bajo esta modalidad se cofinancia, tanto a personas naturales como a personas jurídicas, con domicilio en el país, las actividades relacionadas con la protección de intangibles, originados en Colombia, y susceptibles de ser protegidos en las modalidades de: patentes de invención de productos y procedimientos; modelos de utilidad de productos (equipos, máquinas, mecanismos, dispositivos, aparatos y otros relacionados); patentamiento de software en el exterior; certificados de obtentor de variedades vegetales.

La cofinanciación puede ascender hasta el 80% de valor de la solicitud sin superar los 100 salarios mínimos legales mensuales vigentes. Por su parte, el solicitante deberá aportar por lo menos un 20% como contrapartida, en dinero. Se puede obtener una condonación hasta del 80% de los recursos otorgados, dependiendo de la obtención o no de la patente o certificado solicitado.

La convocatoria está abierta todo el año.

### ***5.13 Financiación de eventos científicos***

Colciencias con el objeto de promover espacios de interacción e intercambio de conocimientos y resultados de investigación entre la comunidad científica del país, apoya la divulgación, transferencia y apropiación de los resultados de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

A través de convocatoria pública dirigida a las entidades del SNCTI, se cofinancian eventos nacionales e internacionales de carácter científico y académico. Con este

apoyo se financia la movilidad de los invitados como conferencistas nacionales e internacionales, la divulgación del evento y la publicación de sus memorias.

### ***5.14 Vinculación de investigadores en empresas***

Se busca promover la vinculación de investigadores en empresas, centros tecnológicos y centros de formación técnica y tecnológica con el fin de realizar proyectos y actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Se cofinancia hasta el 70% para PYMES y hasta 50% para grandes empresas.

Se encuentra dirigido a personal investigador con doctorado y maestría de universidades y centros de investigación y con experiencia de más de dos años y los beneficiarios directos son las empresas de todos los tamaños y sectores y los centros de desarrollo tecnológico, interesados en vincular personal investigador.

La convocatoria está abierta todo el año.

### ***5.15 Misiones tecnológicas empresariales***

A través de este programa se busca: a) facilitar el acceso de nuevas tecnologías a las empresa, b) apoyar la transferencia del conocimiento integral de empresas y centros tecnológicos internacionales de excelencia, c) promover la consecución de negocios y alianzas estratégicas, con la participación de centros tecnológicos, investigadores y empresarios de otros países, d) cofinanciar la participación de investigadores e innovadores con ponencias, experiencias sistematizadas y propuestas aceptadas en eventos tecnológicos internacionales y v) contribuir al fortalecimiento de la capacidad tecnológica nacional.

Se aporta hasta el 80% del valor total de cada propuesta y los beneficiarios deben aportar una contrapartida de por lo menos 20% en dinero, en especie o ambos.

La convocatoria está abierta en un periodo del año.

## Referencias

- Acosta, J. (2007). *Prospectiva científica y tecnológica: Contribución a las políticas de competitividad y productividad y de CTI*, documento elaborado para Colciencias.
- Aguirre, J. (ed.) 2005. *La percepción que tienen los colombianos de la ciencia y la tecnología*. Colciencias: Bogotá.
- Arnold, E. (2004). Evaluating research and innovation policy: a systems world needs systems evaluation. *Research Evaluation*, 13(1), 3-17.
- Arnold, J. and Kuhlman, S. (2001). *RCN in the Norwegian Research and Innovation System*, Background Report No. 12 in the Evaluation of the Research Council of Norway. Oslo: Royal Norwegian Ministry for Education, Research and Church Affairs.
- Banco Mundial (2004). *Country innovation brief: Colombia*, Office of the Chief Economist for LAC. Washington: Banco Mundial.
- Banco Mundial, 2007. *Colombia: Una ventana de oportunidades*. Washington: Banco Mundial
- Bianco, C., Lugones, G., Peirano, F., & Salazar, M. (2002). *Indicadores de la Sociedad del Conocimiento: Aspectos Conceptuales y Metodológicos* (No. 2 Documento de Trabajo; Informe presentado a Colciencias, OCyT y OEA). Buenos Aires: Centro REDES.
- Castro, C.A, Perilla, J.R. y Gracia, J.O. (2006). *El comercio internacional y la productividad total de los factores en Colombia*. Bogotá: DNP-Archivos de Economía 307.
- Colciencias (1994). *Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. Al filo de la Oportunidad*. Bogotá: Colciencias.
- Colciencias y DNP, 2006. *Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación 2019 Visión Colombia II Centenario*. Bogotá: DNP.
- Conference Board of Canada (2001). *Investing in Innovation: 3rd Annual Innovation Report*, Ottawa: CFC.
- Conpes 3280 (2004). Optimización de los instrumentos de desarrollo empresarial, Bogotá: DNP.
- Conpes 3439 (2006). Institucionalidad y principios rectores para la competitividad y productividad, Bogotá: DNP.
- Conpes 3446 (2006). Lineamientos para una política nacional de la calidad, Bogotá: DNP.
- Conpes 3484 (2007). Política nacional para transformación productiva y la promoción de las micro, pequeñas y medianas empresas: Un esfuerzo público-privado, Bogotá: DNP.
- Consejo Privado de Competitividad (2007). *Informe Nacional de Competitividad 2007*. Bogotá: Consejo Privado de Competitividad.
- Corporación Andina de Fomento (2006). *Camino a la transformación productiva en América Latina*. Caracas: CAF.
- DANE, DNP, y Colciencias (2006). *Segunda Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico en la industria manufacturera, 2004-2005*. Bogotá: DANE
- DNP (2007). Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 "Estado Comunitario: desarrollo para todos". Bogotá: DNP.
- DNP, CEPAL y PNUD (2007). *Hacia una Colombia equitativa e incluyente – Informe de Colombia Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Bogotá: PNUD.

- Echavarría, J.J., González, J. y Villamizar, M. (2004). El Crecimiento Industrial y sus Determinantes 1975-2002. Mimeo
- Edgerton, D. (2007). *The shock of the old technology and global history since 1900*. Oxford University Press.
- Eslava M., Haltiwanger J., Kugler A. y Kugler, M. (2004). *The effect of structural reforms on productivity and profitability enhancing reallocation: Evidence from Colombia*. NBER Working Paper No.10367
- Fernandes, A. (2003). Trade Policy, Trade Volumes and Plant-Level Productivity in Colombian Manufacturing Industries. Mimeo. Universidad de Yale.
- Fadul, M., Arbeláez, M.A., y Velasco, A. (2002). Evaluación económica de Cenicaña, mimeo, Cali: Cenicaña.
- Farfán, M. I. (1999). *Impacto económico de la investigación en café en Colombia: el caso de la Variedad Colombia*. Documento CEDE 99-03. CEDE, Bogotá: Universidad de los Andes.
- Forero, C., & Villaveces, J. L. (2007). La evolución de la ciencia en Colombia 1955-2005. En C. Forero (ed), *50 años de la Fundación Alejandro Angel Escobar*. Bogotá: Fundación Alejandro Angel Escobar.
- González, J. (2004) Productividad: metodologías de estimación y determinantes en Colombia. Webpondo.org - Recursos para Economistas & Economía.
- Jaramillo, H., Botiva, M. A., & Zambrano, A. (2004). *Políticas y resultados de ciencia y tecnología en Colombia*, Borradores de Investigación No. 50. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Jones, A., Sainsbury, B., Dowie, N., & Kavanagh, T. (2003). *Measuring innovation performance - current status and future considerations*. Canberra: Department of Industry, Tourism and Resources
- Medina, P., M. Melendez y K. Seim (2002). *Productivity Dynamics of the Colombian Manufacturing Sector*, Documento CEDE. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Ministerio de la Protección Social (2007). *Plan Nacional de Salud Pública 2007-2010 - Decreto número 3039 de 2007*.
- Livingstone, C. (2000). Transcript of the Warren Centre's 2000 Innovation Lecture, Sydney.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2008). Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2007 – Edición de bolsillo. Bogotá: OCyT.
- OECD/Eurostat. (2005). *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data - Oslo Manual*. Paris and Luxembourg: OECD/Eurostat.
- Romer, P. (1992). *Two strategies for economic development: using ideas and producing ideas*, Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics
- Salazar, M. (2003). Misconceptions and misrepresentations around the information society notion. Manuscrito no publicado, Vancouver: Universidad Simon Fraser.
- Salazar, J.C. (2007). *Evaluación de algunos instrumentos de política de innovación y desarrollo tecnológico y su impacto en el sector manufacturero*. Consultoría elaborada para el DNP.
- Sierra, P. (2007). *Apoyo a la definición de esquemas de financiación de actividades de ciencia, tecnología e innovación – Informe Final*, Consultoría BID para DNP.
- World Economic Forum (2007). *The Global competitiveness report 2006-2007: Creating business environment*. Davos: WEF.