

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

**“Francisco José de Caldas”**

**COLCIENCIAS**

**Logros Alcanzados y Desafíos Futuros  
en el Fomento de la Innovación y el  
Cambio Tecnológico:  
El Caso de Colombia**

**Fernando Chaparro, Director General de COLCIENCIAS**

**Washington, 9-10 de Febrero de 1998**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1. TRANSFORMACIONES DE LA ESTRUCTURA SOCIAL Y ECONÓMICA DE COLOMBIA COMO RESULTADO DE LA APERTURA ECONÓMICA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. CONSOLIDACIÓN E IMPACTOS DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN.....</b>	<b>7</b>
2.1 EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE INNOVACIÓN.....	7
2.2 VISIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN .....	9
2.3 NUEVAS ORIENTACIONES DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE COLOMBIA .....	9
2.4 LÍNEAS DE ACCIÓN DEL SNI DE COLOMBIA Y RESULTADOS.....	14
2.4.1 <i>Nueva cultura empresarial para la competitividad</i> .....	14
2.4.2 <i>Consolidación de las redes de centros tecnológicos</i> .....	17
2.4.3 <i>Dinámica de Sistemas Regionales de Innovación</i> .....	21
2.4.4 <i>Modernización e integración del Sistema de Financiamiento del Desarrollo Tecnológico</i> .....	23
<b>3. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES DE LA EXPERIENCIA EN INNOVACIÓN DE COLOMBIA .....</b>	<b>25</b>
3.1 EL APRENDIZAJE COMO EJE DE LA NUEVA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN.....	25
3.2 REFLEXIONES PARA EL FUTURO.....	27

# Introducción

La experiencia de Colombia en el tema de la Mesa Redonda convocada por el Banco Interamericano de Desarrollo –BID– “Difusión, Asimilación y Uso de la Tecnología en las Pequeñas y Medianas Empresas” tiene como marco orientador el desarrollo de capacidades de aprendizaje dentro de los conceptos generales de “**learning organizations**” y de “**networks of learning**”<sup>1</sup>. Este enfoque moderno de capacidades de aprendizaje, permanente e interactivo, en innovación y desarrollo tecnológico ha permitido la construcción y consolidación del **Sistema Nacional de Innovación**, concebido como un escenario social de generación, apropiación y transferencia de conocimientos y habilidades necesarios para incrementar la competitividad internacional y mejorar las condiciones de vida de la población, dentro de un criterio general de desarrollo sostenible.

El aprendizaje para la innovación se ha establecido a tres niveles: individual, corporativo y sectorial<sup>2</sup>. El aprendizaje individual se fundamenta en la educación y la investigación autoformativa para que los individuos desarrollen valores, destrezas y hábitos para su integración a la sociedad del conocimiento. El aprendizaje corporativo se orienta a la creación de un ambiente interno en la empresa que incentiva el liderazgo, la creatividad, el trabajo en grupo, la responsabilidad y el incremento de la productividad. El aprendizaje sectorial se dirige al desarrollo de capacidades para la interacción dentro de cadenas productivas o “clusters” que mediante alianzas estratégicas y otras formas de cooperación nacional e internacional, generan una dinámica innovadora y un valor agregado en conocimiento claves para tener éxito en el mercado mundial.

Un aspecto fundamental de la estrategia de innovación y desarrollo tecnológico ha consistido en la articulación de las diferentes formas de aprendizaje con agentes empresariales, el Gobierno, los centros tecnológicos, las universidades, las entidades financieras, los consultores y los trabajadores en general.

En el presente documento se hace una síntesis de los enfoques generales y de las líneas de acción seguidas dentro de la Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico de Colombia, con énfasis en el desarrollo de capacidades de aprendizaje para la cooperación y la inserción en redes de conocimiento. En el primer capítulo se resumen algunos indicadores sobre la evolución de la economía colombiana y la contribución de la pequeña y mediana empresa. En el segundo capítulo se presentan integralmente los aspectos conceptuales del Sistema Nacional de Innovación y los resultados e impactos logrados en la última década. En el tercer capítulo se extraen algunas conclusiones de la experiencia de Colombia en innovación y desarrollo tecnológico y se dejan planteadas algunas reflexiones para el futuro.

---

<sup>1</sup> W.W. Powell, K.W. Koput and L. Smith-Doerr: “*Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology.*”; en: *Administrative Science Quarterly*. No. 41, 1996, pp. 116-145. Rosabeth Kanter: “*Collaborative Advantages*”: “*The Art of Alliances*”; en: *Harvard Business Review*, July-August, 1994. Un análisis más detallado de las redes de innovación y aprendizaje e investigación en biotecnología en el sector agropecuario se encuentra en: Fernando Chaparro. *Research Partnerships in Biotechnology: The Role of the Global Forum on Agricultural Research*. COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá, D.C. Octubre de 1997

<sup>2</sup> COLCIENCIAS. *Aprendizaje, Desarrollo Institucional y Competitividad*. EN: Foro Competitividad, Desarrollo Tecnológico y Formación para el Trabajo. Santafé de Bogotá, D.C., Julio de 1995

# 1.Transformaciones de la Estructura Social y Económica de Colombia: Resultados de la Apertura

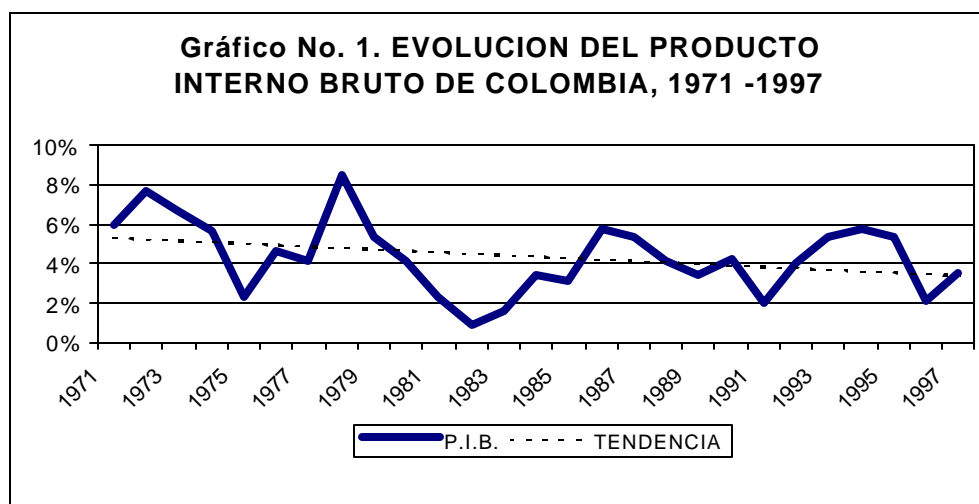
La acelerada aplicación del modelo neoliberal y el consiguiente proceso de globalización en Colombia, ha estado caracterizada por la “apertura hacia adentro”, palpable en el crecimiento de las importaciones y en la atención prioritaria del mercado nacional por parte de los mismos productores colombianos, en desmedro de las exportaciones.

Después de una acelerada apertura, caracterizada por la aplicación de políticas neoliberales, las distorsiones que se introdujeron llevaron al Gobierno a repensar estas políticas, y a incrementar la inversión social, como complemento a las estrategias de apertura aplicadas.

El consenso general sobre los resultados de esta década señala que el comportamiento de la economía colombiana tuvo mejores índices en el período 1950-1989, que entre 1990-1997, como resultado de la globalización y de la apertura económica, aunque con algunos avances en la internacionalización de la economía. Igualmente, hay consenso sobre la estabilidad macroeconómica que ha presentado el país durante el período 1950-1997.

## Producto Interno Bruto

Colombia presenta una situación particular en el contexto latinoamericano e, incluso, internacional. Es una economía que, aunque no muestra un desarrollo significativo, su crecimiento se ha mantenido por encima de cero durante los últimos 45 años, a diferencia de los demás países de esta región (tasa promedio del 4.0% hasta 1990 y de 4.36% hasta 1997. Gráfico No. 1), con una tasa de inflación en descenso (promedio anual del 18,8% entre 1995-1998). En la **composición sectorial del PIB**, el sector financiero y otros servicios han aumentado su participación, mientras que el sector agropecuario y la industria han disminuido tal participación. El sector industrial tuvo un crecimiento promedio de 3.0% en el período 1990-1997, con disminución relativa. Este crecimiento del PIB sectorial se ha basado en la atención del mercado interno como principal fuente de demanda (industria, construcción, servicios financieros y gubernamentales).



Porcentaje estimado para 1997. Fuente: DANE ([www.Dane.gov.co](http://www.Dane.gov.co)), Santafé de Bogotá D.C., Enero de 1998

La **producción industrial** se concentra en un 49.3% en bienes de consumo, por encima de la producción de bienes intermedios y, en especial, de los bienes de capital. Sin lugar a dudas, la industria colombiana es, básicamente, liviana y la producción de bienes de capital y la industria pesada, aún, no se ha consolidado. El **PIB por habitante** ha crecido en forma sostenida al pasar de US\$331 en 1970 a US\$2.257 en 1996, superior, incluso, al promedio de los países latinoamericanos en este período. La **deuda externa**, que a Diciembre de 1997 llegó a US\$31.345 millones, se ha manejado con prudencia, de manera que su crecimiento es uno de los más lentos, comparativamente con países del mismo nivel de desarrollo en América Latina.

## **Desarrollo social**

Un reto a corto plazo es la ampliación del **mercado interno** colombiano. En efecto, del total de 37,5 millones de habitantes, 16 millones son pobres, de los cuales 5,5 millones están en la pobreza absoluta. De la población económicamente activa, cerca de 4 millones ganan el salario mínimo mensual de US\$158. Con todo, en la década de los noventa, se ha logrado un mejoramiento en la distribución del ingreso, manifiesto en la disminución del porcentaje de personas con necesidades básicas insatisfechas.

La cobertura de los **servicios públicos** ha tenido un importante aumento, con incidencia directa en el mejoramiento de la calidad de vida. Esto ha sido posible gracias al proceso de descentralización administrativa y a una mayor inversión directa del estado, en particular, en los últimos cuatro años. Por el contrario, la aplicación de justicia, como un servicio público básico del Estado, no ha mejorado. La impunidad es cercana al 98% de los delitos cometidos.

La importancia social y económica del **sistema educativo colombiano** se expresa en 8,2 millones de estudiantes, 350.000 educadores y directivos docentes, inversión del 4% del PIB, numerosos procesos de innovación pedagógica y estudios científicos de la educación, redes educativas, etc.<sup>3</sup> Sin embargo, la educación enfrenta, todavía, una tasa promedio nacional de analfabetismo del 9%, una prevalencia de escuelas incompletas con egresados que pronto se convierten en analfabetos funcionales y una tasa de repitencia y deserción en primaria de 25.5%. Las instituciones de educación superior, en general, no se han modernizado al mismo ritmo del desarrollo científico y tecnológico, generando problemas de calidad y pertinencia en pregrado y postgrado, con incidencia en la capacidad de investigación, innovación y competitividad del país.

Los indicadores **demográficos** se caracterizan por la reducción de la tasa de natalidad, la disminución de la tasa de mortalidad infantil y el decrecimiento de la tasa de fertilidad en el período 1950-1995. El censo poblacional señala un total de 37,5 millones de habitantes, con tendencias marcadas hacia el crecimiento urbano, conurbano y de metropolización de corredores urbanos. Los actuales flujos migratorios internos podrían, en el futuro, intensificar, aún más, el crecimiento de ciudades como Santafé de Bogotá, la cual ha crecido de manera más rápida que las demás ciudades.

---

<sup>3</sup> Ministerio de Educación Nacional. *Plan Decenal de Educación 1996-2005*. Santafé de Bogotá, D.C., 23 de Febrero de 1996

## Globalización y mercado laboral

La modernización y reestructuración productiva de Colombia, derivada de la globalización, ha afectado de manera distinta a la población económicamente activa. Las personas con escasa formación y educación (calculada en el 80% de la población) han visto limitadas sus posibilidades de participar en el nuevo mercado laboral. Al igual que en la mayoría de países de América Latina, las remuneraciones de las personas menos calificadas han disminuido entre un 20% y 30%<sup>4</sup>. El acceso al conocimiento brinda oportunidades pero también excluye a los trabajadores menos calificados.

Como resultado de esta disparidad, el desempleo ha aumentado, al igual que está sucediendo en el resto del mundo, donde la tasa de generación de empleo es menor que la tasa de crecimiento económico. Se observa la evolución de la tasa de desempleo entre 1990 y 1997. En el primer subperíodo, 1990-1993, el índice del desempleo tuvo un comportamiento similar a la tasa histórica de décadas anteriores (10%). En el segundo subperíodo, 1994-1997, se presenta un constante incremento del desempleo hasta llegar a un 13.5%.

## Competitividad

De acuerdo con los cálculos de diversos organismos<sup>5</sup>, la competitividad de la economía colombiana, en Marzo de 1997, era de 104 puntos (el primero, Estados Unidos con 379 puntos), y ocupaba el lugar 35 entre 39 países, por encima sólo de Venezuela, Polonia, Suráfrica y Rusia. Específicamente, algunas actividades industriales, han mejorado su competitividad, medida en términos de “ tasa de apertura exportadora”<sup>6</sup>. Se destacan las confecciones y los artículos de cuero que han obtenido tasas de 71% y de 60%, respectivamente. Estos sectores corresponden a bienes de consumo y a bienes intermedios. Los bienes de capital de producción nacional no han logrado esta apertura exportadora.

Algunos sectores de la producción mundial abastecen más rápido el mercado nacional que la producción misma del país. Esta es la tasa de penetración de las importaciones<sup>7</sup>, en la cual se destacan los bienes de capital y la industria pesada, hecho que corrobora que la competitividad de la industria nacional se concentra en algunos bienes de consumo e intermedios y que, por lo mismo, es una industria liviana. La escasa incorporación de tecnologías<sup>8</sup> en las empresas industriales productoras de bienes de capital, al mismo tiempo que el menor costo relativo de las importaciones de estos bienes<sup>9</sup>, no ha permitido la consolidación de la industria pesada en el país, a pesar de ser una condición estratégica del desarrollo.

---

<sup>4</sup> López, Cecilia. Op. Cit.

<sup>5</sup> Por ejemplo, Instituto Internacional para la Gestión del Desarrollo Lausana. *Ranking de Competitividad Mundial*. Marzo de 1997.

<sup>6</sup> Tasa de apertura exportadora: refleja el porcentaje de la producción nacional que se exporta (Indicadores de Competitividad, Vol. 11. Ministerio de Desarrollo Económico. Santafé de Bogotá, D.C., Junio 1997)

<sup>7</sup> Tasa de penetración de las importaciones, indica la proporción del mercado doméstico que abastece las importaciones, Indicadores de Competitividad, Ministerio de Desarrollo Económico Junio 1997 Vol 11

<sup>8</sup> Garay, Luis J. et alter. *Desempeño y Evolución de la Industria en Colombia 1967-1996*. Santafé de Bogotá, D.C., Enero 16 de 1998

<sup>9</sup> Ibidem

## **Inversión Extranjera**

Los flujos de inversión extranjera hacia Colombia se han incrementado en los últimos cuatro años, dirigidos al sector energético, petróleo, industria, minería y sector financiero (inversión en bancos y corporaciones), principalmente. La inversión extranjera, que a Septiembre de 1997 alcanzó la cifra de US\$ 2.614 millones, ha fortalecido, en general, los proyectos estatales de infraestructura física, ha incrementado la eficiencia en la construcción y ha liberado recursos públicos para programas sociales<sup>10</sup>. Los países de origen de la inversión extranjera son, en orden de importancia, Las Antillas (capitales multinacionales), Estados Unidos, países de la Unión Europea, países Suramericanos, Panamá y Canadá.

La inversión colombiana en el exterior alcanzó la suma de US\$151,6 millones en 1994, US\$284,6 millones en 1995 y US\$68,4 millones en 1996. En un 42% esta inversión se dirige a Venezuela, el 19% hacia Panamá y el resto a distintos países. Por sectores, la inversión colombiana se concentra en financiero, industria y comercio.

## **Inversión en Innovación y Desarrollo Tecnológico**

La asociación entre el Gobierno y el sector privado para enfrentar los retos de la apertura económica, es una de las características del nuevo modelo que está operando en el país. Como resultado de esta alianza, la inversión del Gobierno Central en innovación se ha multiplicado por tres en el período 1993-1997, hasta alcanzar una cifra de US\$317 millones en este último año. Los empresarios, también, han incrementado la inversión en Investigación y Desarrollo, en correspondencia con la inversión estatal.

## **Participación de las PYME's en la economía colombiana**

La economía presenta una estructura empresarial diversificada, con un total de 407.235 unidades productivas, de las cuales 347.919 son microempresas (85%), 50.976 son pequeña y mediana empresa (13%) y 8.340 son gran empresa (2%)<sup>11</sup>. Las microempresas y las PYME's de los distintos sectores económicos generan 70% del empleo total y el 26% del valor agregado. Las PYME's<sup>12</sup> corresponden a sectores de manufactura, agroindustria, comercio, turismo, transporte, instituciones prestadoras de salud, empresas exportadoras, comercializadoras de carbón y empresas de servicios en general (Gráfico No. 2). En la manufactura, se destacan algunas actividades con predominio de las PYME's: confecciones, artes gráficas, calzado, cuero y sus manufacturas.

La apertura económica ha afectado de manera distinta a las PYME's. Un 24% de estas empresas se ha recuperado de la crisis económica, especialmente, en cuanto a producción y ventas. Para el 21% de las empresas la situación económica continua siendo difícil<sup>13</sup>. En cuanto al empleo,

---

<sup>10</sup> Departamento Nacional de Planeación. *Inversión Extranjera en Colombia. Informe Anual*. Santafé de Bogotá, D.C., Marzo de 1997 y Noviembre de 1997.

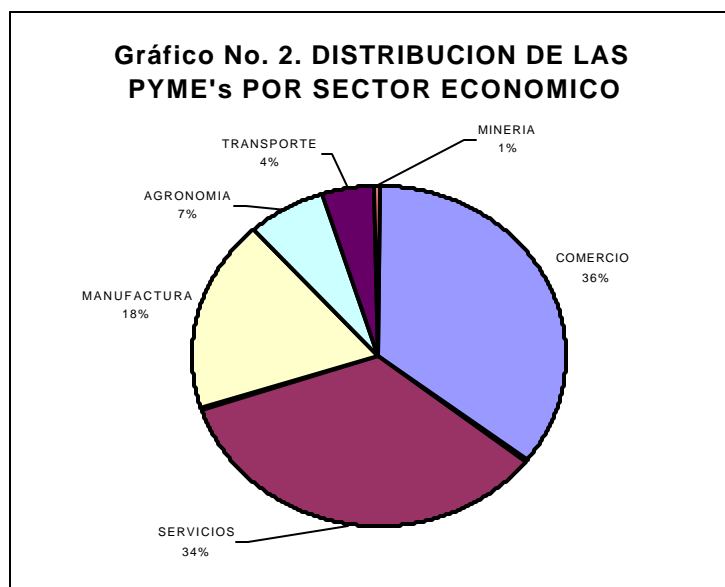
<sup>11</sup> IFI. *Datos Estadísticos sobre la Pequeña y Mediana Empresa en Colombia*. Santafé de Bogotá, D.C., Abril de 1997

<sup>12</sup> Las pequeñas y medianas empresas son las unidades productivas que cuentan entre 10 y 199 trabajadores y activos entre US\$69.000 y US\$1,7 millón.

<sup>13</sup> CINSET. *Encuesta de comportamiento y opinión de la pequeña y mediana industria en Colombia*. Santafé de Bogotá, D.C., Segundo Trimestre de 1997

el 10% de empresas está aumentando el personal de nómina mientras que en otras empresas (20%) se prevé recortes de personal. Los costos de producción han disminuido para el 23 % de PYME's mientras que para el 51% se tiene la expectativa de aumento de los mismos. El 3% de empresarios aprovecha la capacidad instalada en un 80%, el 40% de empresarios la utiliza por encima del 60% y un 46% utiliza su infraestructura por encima del 40% <sup>14</sup>. Las empresas PYME's exportadoras han tenido un pequeño repunte, según el concepto del 37% de los empresarios. En el sector de las PYME's se piensa que estas empresas están afectadas en un 98% por el contrabando.

La participación de las PYME's en el mercado de capitales colombiano es reducida. Este mercado se ha visto afectado por la inestabilidad cambiaria de la década de los noventa en el mundo, al igual que por el impredecible comportamiento del sistema monetario internacional. El escaso crecimiento del mercado de capitales, basado en las tres bolsas de valores existentes (Santafé de Bogotá, Medellín y Cali), con un monto de transacciones anual cercano a los US\$50.000 millones, es una manifestación de un fenómeno económico de la década de los noventa en Colombia: las reformas macroeconómicas no siempre han significado transformaciones microeconómicas, en particular, en el sector productivo.<sup>15</sup> En síntesis, la apertura económica ha llevado a la crisis a un 11% de las PYME's del país, de acuerdo con diversas encuesta de opinión.



Fuente: IFI – CONFECAMARAS, Datos Estadísticos de la Pequeña y Mediana Empresa en Colombia, Santafé de Bogotá, D.C., Enero de 1998

El Programa “Centros de Desarrollo Empresarial”, promovido y financiado por el BID<sup>16</sup>, ha establecido cinco centros empresariales en Santafé de Bogotá, Antioquia, Costa Atlántica, Santander y Valle del Cauca, con la finalidad de asistir a las PYME's en el proceso de identificación de sus problemas de gestión y desarrollo, e intermediar la demanda y oferta de servicios de asistencia técnica especializada para su solución. En el primer año de labores, este Programa ha actuado sobre la productividad de 1.173 PYME's, localizadas en las regiones señaladas y correspondientes a distintos sectores económicos.

<sup>14</sup> CINSET. *Ibidem*

<sup>15</sup> López, Cecilia. *Op. Cit*

<sup>16</sup> BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO – BID: *Centros de Desarrollo Empresarial, Santafé de Bogotá, D.C., Febrero de 1998*



## 2. Consolidación e Impactos del Sistema Nacional de Innovación

### 2.1 Evolución del concepto de Innovación

La innovación empresarial es “una disposición mental, una nueva forma de pensar acerca de las estrategias y prácticas de los negocios”<sup>17</sup>. La nueva concepción de innovación, además de motivar la generación de ideas y las actividades de I&D por parte de diseñadores y departamentos especializados de investigación, se compenetra con las diversas áreas de la empresa, con un enfoque integral y sistémico. El objetivo de la estrategia de innovación es la construcción del futuro competitivo de las organizaciones, mediante el liderazgo y el pensamiento creativo del capital humano para la permanencia en el mercado. Dentro de este propósito, la innovación contribuye a estimular la demanda y a fomentar la participación en nuevos mercados, evitando que se caiga en la redundancia y la fatiga de los consumidores.

La verdadera innovación es aquella que contribuye el éxito comercial y financiero de la empresa y, al mismo tiempo, tiene un impacto explícito en el *capital tecnológico acumulativo*<sup>18</sup> de la organización, al generar procesos dinámicos de investigación y aprendizaje, que repercuten en la productividad y competitividad de los factores de producción.

La experiencia de las empresas exitosas demuestra que la innovación está en el centro de las estrategias del crecimiento de los negocios, y la responsabilidad de su consolidación y despliegue recae en la alta gerencia y las juntas directivas. De esta manera, la cultura organizacional se traduce en una nueva ideología del “conocimiento” y en nuevas capacidades empresariales para conquistar y permanecer en mercados competitivos, al mismo tiempo que potencia valores y principios de ética, calidad, responsabilidad social y desarrollo humano sostenible (Gráfico No. 3).

La gerencia moderna de las organizaciones consiste en la creación de una mentalidad innovadora, enfocada hacia el aprendizaje permanente que sirva de sustento al crecimiento de la competitividad empresarial en el largo plazo. Bajo este enfoque, la innovación se convierte en el activo corporativo más valioso para construir las ventajas competitivas sostenibles de la empresa. Tal apreciación se basa en la visión y compromiso del innovador que permite a la unidad productiva

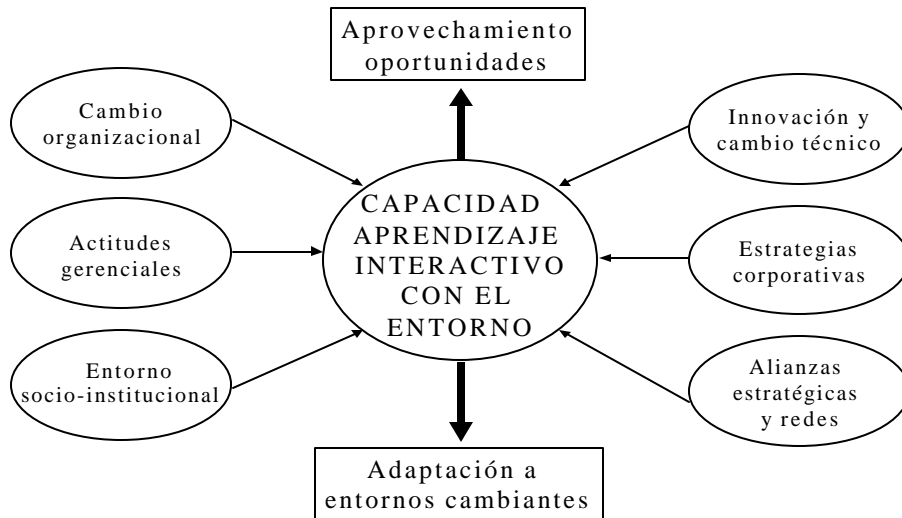
---

<sup>17</sup> Kuczmarski, Thomas: *Innovación. Estrategias de Liderazgo para Mercados de Alta Competencia*. Santafé de Bogotá, D.C., Mc Graw Hill, Mayo de 1997

<sup>18</sup> Este concepto de *Capital tecnológico acumulativo* comprende el Know-How que genera valor en la empresa así como el desarrollo de capacidades de aprendizaje permanentes. Como consecuencia de estos dos procesos, se fortalecen las capacidades de aprovechamiento de las oportunidades de la tecnoglobalización y las capacidades de adaptación a entornos cambiantes.

una gran flexibilidad y agilidad ante las transformaciones del entorno. El cambio reciente en los paradigmas de la innovación se puede sintetizar en los siguientes aspectos:

**Gráfico No 3. APRENDIZAJE INTERACTIVO CON EL ENTORNO**



**a) Replanteamiento de la visión y foco de las actividades de innovación**

Del énfasis en el cambio puramente tecnológico en el producto o proceso productivo, se ha pasado a un concepto más integral de “innovación en gestión” o “innovación social”, que trata de explicar la aceptabilidad social de una tecnología, involucrando factores que trascienden a lo simplemente tecnológico. Estos factores están relacionados con los cambios organizacionales, las actitudes gerenciales, la oportunidad en las estrategias competitivas y las capacidades de aprendizaje interactivo con el entorno. Además de la calidad en la gestión empresarial, cuenta el entorno social e institucional del país, puesto que “..en el mundo globalizado, la competitividad es estructural” <sup>19</sup>.

**b) Proceso de aprendizaje interactivo y creativo**

El concepto de innovación ha experimentado un cambio desde un proceso de “evaluación de cálculos y toma de decisiones hacia un proceso de aprendizaje interactivo y de creación” <sup>20</sup>.

**c) Integración sistémica de actores y procesos**

La innovación articula las necesidades y capacidades de los actores internos y externos a la organización, mediante la conformación de un “mix” de conocimientos, habilidades y actividades científicas y tecnológicas. Estas habilidades no solo se generan al interior de las empresas, sino también en términos de su capacidad de interacción con un conjunto de actores importantes del entorno institucional: otras empresas, proveedores, clientes y usuarios, universidades, centros

<sup>19</sup> Pérez, Carlota: *Innovaciones Sociales y Políticas para Enfrentar los Nuevos Desafíos*; Cámara de Industriales del Estado de Carabobo, Noviembre de 1997

<sup>20</sup> Lundvall, Bengt-Ake: *National Systems of Innovation*; London, 1995

tecnológicos y firmas de ingeniería y consultoría. Estas entidades del entorno constituyen el sistema “socio-institucional”.

#### ***d) Complejidad del proceso de apropiación de tecnología***

La apropiación de nuevas tecnologías es un proceso complejo que requiere contar con capacidades científicas básicas, que faciliten la comprensión de los fenómenos y, a su vez, mejoren las capacidades de negociación y generación de tecnología. Adicional a las capacidades científicas, es imprescindible la adopción de nuevos modelos socio-institucionales, que liberen la creatividad y aceleren las actividades innovadoras. Los servicios tecnológicos ya no se conciben como actividades rutinarias de apoyo, sino que son parte esencial del sistema de aprendizaje y de la base tecnológica requerida para la competencia internacional.

## **2.2 Visión del Sistema Nacional de Innovación**

El concepto de Sistema Nacional de Innovación **-SNI-** corresponde a “un sistema social, que tiene como actividad central el aprendizaje interactivo entre la gente” <sup>21</sup>.

El **SNI** se concibe como un espacio creativo de aprendizaje social para el intercambio de flujos de información y conocimiento entre los diversos agentes nacionales y regionales. En el centro del **SNI** se sitúa el sector empresarial, articulado en cadenas productivas regionales, en función de las necesidades de los consumidores y usuarios.

En el **SNI** de Colombia se identifican cinco componentes básicos: a) Los actores y beneficiarios. b) Las “redes de innovación” para el aprendizaje e intercambio. c) Los “Programas Estratégicos” <sup>22</sup> aplicados en áreas y sectores sociales o productivos prioritarios. d) La infraestructura institucional de investigación y servicios tecnológicos. e) El financiamiento de la innovación.

## **2.3 Nuevas orientaciones del Sistema Nacional de Innovación de Colombia**

En el proceso de integración del Sistema Nacional de Innovación de Colombia se presenta una interesante y rica experiencia respecto a sus enfoques, modelos organizacionales y logro de impactos. A continuación se hace un relevamiento de los aspectos considerados críticos en la construcción del SNI de Colombia:

---

<sup>21</sup> **Ibidem**

<sup>22</sup> Por “Programa Estratégico” se entiende la unidad de acción de prospectiva, de monitoreo tecnológico y seguimiento de mercados, dentro de un ámbito sectorial, regional y/o interinstitucional de actividades de innovación y cambio técnico (COLCIENCIAS)

### **a) Manejo de la dimensión política de la ciencia y tecnología**

En el caso colombiano, se ha logrado un avance importante en la inserción de la ciencia y tecnología dentro de la política social y económica del Estado. El factor fundamental en el avance logrado hacia un mayor nivel político de la ciencia y tecnología en el país, ha sido la construcción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y del Sistema Nacional de Innovación, que tienen como premisa básica la modernización del Estado colombiano.

Un factor crucial en la continuidad de las políticas y el compromiso social despertado en el sistema institucional público y privado, ha sido el fortalecimiento del organismo nacional de ciencia y tecnología (COLCIENCIAS). En 30 años de actividad, COLCIENCIAS ha mantenido una autonomía administrativa, que ha permitido una operación eficiente y una continuidad en su personal directivo y técnico. Los instrumentos de fomento científico y tecnológico han evolucionado durante estos 30 años para ajustarse a los cambios, pero, se ha mantenido una base de aprendizaje acumulativo. Existe una memoria institucional que es difícil que se presente en otros organismos de política y planificación.

El avance en la difusión social de la ciencia y la tecnología se refleja en la política global, económica y social que orienta el Departamento Nacional de Planeación, y en las políticas sectoriales de los Ministerios, las cuales integran componentes explícitos de ciencia y tecnología, coordinados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y COLCIENCIAS.

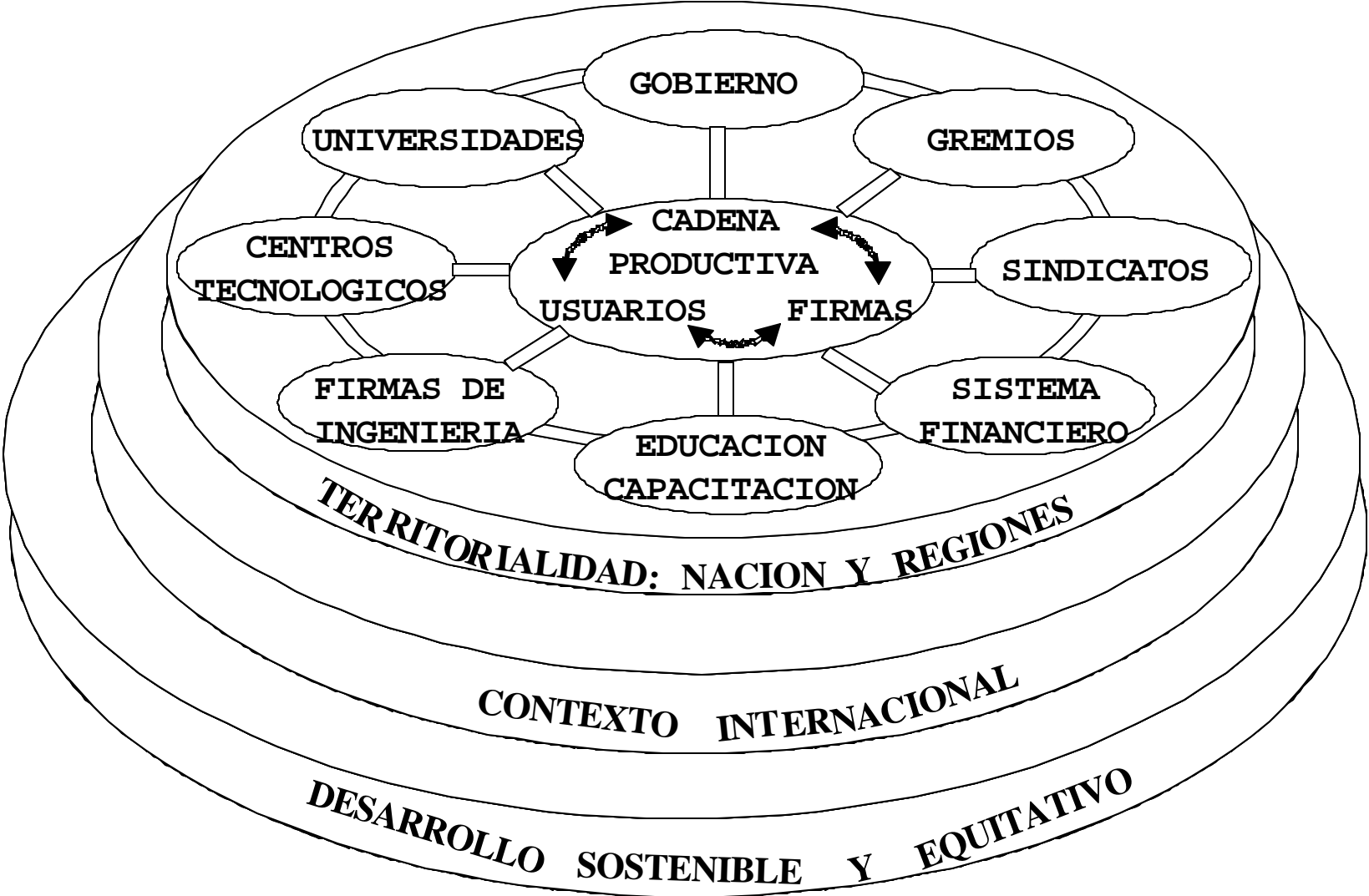
En materia del manejo político de la ciencia y tecnología, es importante señalar varios aspectos del aprendizaje institucional de COLCIENCIAS:

- 1) El establecimiento de un marco institucional y jurídico del Sistema de Ciencia y Tecnología, mediante la Ley 29 de 1990 y los Decretos - Ley de 1991
- 2) La integración de la variable científica y tecnológica en los planes de desarrollo nacional, regional y local <sup>23</sup>
- 3) La integración de las estrategias de innovación con las de competitividad y las de formación técnica (Articulación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Consejo Nacional de Competitividad y el Consejo Directivo del SENA)
- 4) La organización de los once Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, presididos por el Ministro correspondiente y la secretaría técnica de COLCIENCIAS
- 5) La descentralización y regionalización de la ciencia y tecnología, mediante instancias de participación pública y privada

---

<sup>23</sup> En el Plan Nacional de Desarrollo 1994-1998 *El Salto Social*, se establece la Política Nacional de Ciencia y Tecnología para este período, en el marco de la competitividad para la globalización. Presidencia de la República, Departamento Nacional de Planeación. Santafé de Bogotá, D.C., Septiembre de 1994, págs. 187 y ss.

**Gráfico No. 4. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACION**



Fuente: COLCIENCIAS, Sistema Nacional de Innovación, Santafé de Bogotá, D.C., Diciembre de 1996

- 6) El establecimiento de un marco institucional y jurídico del Sistema de Ciencia y Tecnología, mediante la Ley 29 de 1990 y los Decretos - Ley de 1991
- 7) La integración de la variable científica y tecnológica en los planes de desarrollo nacional, regional y local <sup>24</sup>
- 8) La integración de las estrategias de innovación con las de competitividad y las de formación técnica (Articulación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Consejo Nacional de Competitividad y el Consejo Directivo del SENA)
- 9) La organización de los once Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, presididos por el Ministro correspondiente y la secretaría técnica de COLCIENCIAS
- 10) La descentralización y regionalización de la ciencia y tecnología, mediante instancias de participación pública y privada
- 11) La alianza con asociaciones y gremios de la producción y los servicios <sup>25</sup>, en especial, para la creación y fortalecimiento de centros de desarrollo tecnológico, centros regionales de productividad e incubadoras de empresas de base tecnológica
- 12) La participación de los sindicatos y centrales obreras en el SNI.

**b) *Globalización y Transnacionalización del Conocimiento***

Las llamadas “Redes de Aprendizaje” (Networks of Learning) refuerzan la tendencia mundial de transnacionalización del conocimiento, a partir de alianzas estratégicas y la cooperación entre los diferentes agentes involucrados en el proceso de innovación. El cambio de siglo está presenciando el surgimiento de una sociedad del conocimiento basada en la ciencia global y en la capacidad de interactuar y participar en los grandes desarrollos, situación que obliga a todos los países a replantear sus estrategias. De las empresas se reclama una mayor capacidad de gestión tecnológica para manejar información sobre mercados, productos y tecnología a nivel internacional, y para adoptar una organización flexible que le permita cooperar e interactuar con los agentes de la cadena productiva. La inserción exitosa de las empresas y centros tecnológicos nacionales en redes mundiales de innovación es uno de los propósitos fundamentales de la política de innovación de Colombia, la cual refuerza los siguientes elementos de la competitividad internacional de los sectores productivos:

- 1) Se ha promovido un intenso aprendizaje en diferentes actividades de alianzas estratégicas e interacción con redes nacionales e internacionales del conocimiento<sup>26</sup>,

---

<sup>24</sup> En el Plan Nacional de Desarrollo 1994-1998 *El Salto Social*, se establece la Política Nacional de Ciencia y Tecnología para este período, en el marco de la competitividad para la globalización. Presidencia de la República, Departamento Nacional de Planeación. Santafé de Bogotá, D.C., Septiembre de 1994, págs. 187 y ss.

<sup>25</sup> Las asociaciones y gremios se han modernizado pasando de un esquema de representación gremial de sus afiliados a la promoción de servicios empresariales, dentro de las redes del Sistema Nacional de Innovación. Desde hace varios años, COLCIENCIAS ha establecido convenios de asistencia técnica a las empresas con asociaciones y gremios como ACOPI, ANDI, FEDEMETAL, FENALCO, ACOPLASTICOS, ASOCUEROS, CENICAFE, CENICAÑA, CENIPALMA, SOCIEDAD COLOMBIANA DE AGRICULTORES, FEDEPAPA y otros

<sup>26</sup> Colombia tiene una participación activa en las redes de innovación del PECC, Global Forum on Agricultural Research, IBEROEKA, el G3, Proyectos con la Unión Europea y el Observatorio de la Ciencia y la Tecnología

teniendo como premisa que “El proceso de innovación tiende a ser transnacional y global más que nacional”<sup>27</sup>

- 2) Se avanza en la definición de una política tecnológica ligada al comercio exterior, entre COLCIENCIAS, el Ministerio de Comercio Exterior y PROEXPORT COLOMBIA<sup>28</sup>
- 3) Las empresas extranjeras empiezan a participar en el financiamiento de centros tecnológicos nacionales y de proyectos conjuntos con la universidad<sup>29</sup>
- 4) Se han adoptado nuevos instrumentos de cooperación técnica internacional con la participación de redes de financiamiento de la innovación<sup>30</sup>
- 5) Se ha promovido el mecanismo de las misiones tecnológicas empresariales hacia distintos países del mundo con los cuales Colombia desea fortalecer las relaciones de intercambio tecnológico

### c) *Cambio institucional para la tecno-globalización*

La brecha del desarrollo entre las naciones se explica, además de la mayor dotación de recursos para I&D, por un cambio radical en los modelos institucionales que sirven de plataforma organizacional para la apropiación social de los resultados del cambio. “Lo que un paradigma brinda es un conjunto coherente de principios que constituyen la forma más avanzada, eficaz y eficiente de organización e interrelación”<sup>31</sup>. Se reconoce que la capacidad de innovación depende fuertemente del “cambio socio-institucional”, pero, este es más lento y complejo porque tiene que vencer la inercia de las culturas e ideologías prevalecientes.

El SNI de Colombia se fundamenta en la transformación institucional y organizacional para la apropiación social de la tecnología. Las estructuras rígidas de institutos de investigación del Gobierno, jerárquicos y centralizados, han dado paso a un modelo mixto y descentralizado de redes de centros tecnológicos virtuales, liderados y gerenciados por los empresarios, con nodos tecnológicos ubicados en las universidades y laboratorios de I&D. Como complemento a esta estrategia, las empresas están revolucionando su organización interna y están adoptando métodos avanzados de gestión tecnológica, con el fin de superar el papel de receptoras pasivas del conocimiento y de la transferencia de tecnología.

Los nuevos modelos tienen una gran dinámica y progresivamente van generando redes de aprendizaje e innovación que involucran a centros tecnológicos, universidades y empresas nacionales y del exterior. Se ha optado por el trabajo en red, en razón a que esta modalidad

---

<sup>27</sup> Lundvall, Bengt-Ake. Op. Cit.

<sup>28</sup> El incentivo a las exportaciones CERT se reemplaza por un incentivo al incremento de la productividad de las empresas vinculadas con el mercado mundial. En el momento, se encuentra en elaboración la Política de Comercio Exterior y Desarrollo y Transferencia de Tecnología, 1998-2007

<sup>29</sup> La multinacional suiza SIKA participa en el financiamiento de proyectos de I&D con la Corporación para la Investigación de la Corrosión y la Corporación para la Investigación y Desarrollo en Asfaltos en el Sector Transporte e Industria - CORASFALTOS, y desarrolla equipos de pruebas con el Centro Internacional de Física. La multinacional SIEMENS crea el Premio a la Innovación para estimular los proyectos que resuelvan problemas de las comunidades

<sup>30</sup> Convenio COLCIENCIAS-CDTI, que establece la figura de “gestores de alianzas estratégicas” mediante el intercambio de expertos entre las dos instituciones. Hannover 2000 se desarrolla como un proyecto especial de transferencia de tecnología para la PYME, creando una red de cooperación entre COLCIENCIAS, ACOPI y centros tecnológicos de Alemania. COLCIENCIAS se integra a la Red de Centros Tecnológicos del PECC

<sup>31</sup> Pérez, Carlota. Op. Cit.

organizacional “es capaz de manejar tareas mucho más complejas, al mismo tiempo que conserva una enorme flexibilidad” <sup>32</sup>.

## 2.4 Líneas de acción del SNI de Colombia y resultados

En el período 1995-1997, se dieron avances importantes en la articulación del SNI, especialmente, en las siguientes áreas:

### 2.4.1 Nueva cultura empresarial para la competitividad

La empresa del Siglo XXI corresponde a un sistema productivo sin barreras para la incorporación y desarrollo del conocimiento. Los grandes grupos empresariales del país se han visto forzados a una estrategia de descentralización de los negocios y de alianzas estratégicas nacionales e internacionales, con el objetivo de mantenerse en el mercado. Se ha seguido el principio orientador establecido para la empresa del futuro, la cual “ya no es una pirámide jerárquica y compartimentada por funciones, sino una red flexible y descentralizada con una dirección estratégica y alta autonomía en cada nodo” <sup>33</sup>. Las empresas exitosas no son siempre aquellas que cuentan con un departamento independiente de I&D, sino aquellas que tienen una alta eficiencia en la gerencia de las diversas actividades científicas y tecnológicas integradas a las estrategias del negocio, y que saben “Usar la fábrica como laboratorio” <sup>34</sup>, tanto para la innovación como para el aprendizaje tecnológico.

La nueva cultura empresarial para la competitividad, que se está tratando de implantar en el sector productivo colombiano, tiene las siguientes directrices:

- 1) La responsabilidad social de la empresa para integrarse a la comunidad, preservar el medio ambiente y contribuir a la construcción de la sociedad futura del conocimiento
- 2) La mejora permanente de la productividad mediante la participación, la capacitación y la democratización de las organizaciones hacia adentro
- 3) La implantación de una gestión tecnológica avanzada orientada a monitorear el cambio tecnológico mundial
- 4) La integración a las redes de innovación y de investigación cooperativa.

En el SNI, el liderazgo ha sido asumido por los mismos empresarios, en razón a que los procesos de innovación y de cambio tecnológico se producen, eminentemente, en el sector productivo. Con el fin de fomentar el cambio tecnológico y la modernización de la empresa colombiana, en los últimos tres años el Estado estableció tres nuevas líneas de financiación de apoyo directo a las unidades productivas: **crédito subsidiado**, **cofinanciación** y **capital de riesgo**.

---

<sup>32</sup> Pérez, Carlota. Op. Cit.

<sup>33</sup> Pérez, Carlota. Op. Cit.

<sup>34</sup> Freeman, Christopher: *El Reto de la Innovación*; Editorial Galac, Caracas, 1993



Estas nuevas líneas de financiación han incrementado el número y monto de los **proyectos de innovación y desarrollo tecnológico**. En el período 1995-1997, se financiaron 164 proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en empresas del país, por un valor total de US\$96,09 millones. En el siguiente cuadro se señalan las inversiones en proyectos de innovación empresarial por sectores. Las PYME's participan con un 66% del número de proyectos, correspondientes a un 50% del valor total de los proyectos (Cuadro No. 1).

**Cuadro No. 1 Inversiones de COLCIENCIAS en proyectos de innovación empresarial 1995 - 1997**  
(Miles de Dólares)

SECTOR PRODUCTIVO PROGRAMA	INNOVACION EN GESTION		INNOVACION DE PROCESO		INNOVACION EN PRODUCTO		SERVICIOS TECNOLOGICOS		TOTAL	TOTAL
	Nº PROYECTOS	MONTO TOTAL	Nº PROYECTOS	MONTO TOTAL	Nº PROYECTOS	MONTO TOTAL	Nº PROYECTOS	MONTO TOTAL	PROYECTOS	MONTO
INDUSTRIA	17	10644	40	16642	28	19254	13	9070	98	55610
Porcentaje	50.00	44.06	57.14	50.80	63.64	65.02	81.25	94.88	59.76	57.87
AGROPECUARIO	9	12609	15	11186	4	5097	0	0	28	28892
Porcentaje	26.47	52.19	21.43	34.15	9.09	17.21	0	0	17.07	30.07
ENERGIA Y MINERIA	8	906	15	4930	12	5263	3	489	38	11588
Porcentaje	23.53	4	21.43	15.05	27.27	17.77	18.75	5.12	23.17	12.06
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>24159</b>	<b>70</b>	<b>32758</b>	<b>44</b>	<b>29614</b>	<b>16</b>	<b>9559</b>	<b>164</b>	<b>96090</b>
Porcentaje por innovación	20.48	25.14	42.17	34.09	26.51	30.82	9.64	9.95	100	100

Fuente: COLCIENCIAS – SPIDE, Santafé de Bogotá, D. C., Febrero de 1998

Los 164 proyectos de innovación y desarrollo tecnológico aprobados por COLCIENCIAS en el periodo 1995 – 1997 se distribuyen en cuatro categorías: Innovación en Gestión, Innovación en Tecnología de Proceso, Innovación en Tecnología de Producto y Servicios Tecnológicos y Capacitación. A lo largo de los tres últimos años se ha incrementado el número y monto de los proyectos de innovación en gestión, como efecto de la tendencia observada en las empresas de fortalecer sus capacidades de aprendizaje organizacional para adaptarse al entorno. En el periodo 1993 – 1994 el número de proyectos de gestión fue del 9.38% del total de proyectos financiados, en 1995 – 1996 representaron 17.71% y en 1997 el 20.48%.

En el caso de *Proyectos de Innovación en Gestión* apoyados por COLCIENCIAS pueden destacarse<sup>35</sup>: a) ASOCUEROS y siete empresas del sector de cueros adelantaron un proyecto piloto de mejoramiento continuo que logró reorganizar las plantas de fabricación en células flexibles, reducir costos y cambiar la mentalidad de los trabajadores y directivos, lográndose aumentos de productividad entre un 33% a un 100% b) Integral S.A., este proyecto es un caso de la utilización de informática y telemáticas avanzadas para el cambio organizacional y la reorientación de la estrategia competitiva de la empresa en consultoría. La empresa accedió a mercados de Centro América y Sur América y sus ventas aumentaron en un 50%.

<sup>35</sup> Para mayor información sobre el análisis de casos de proyectos financiados por la entidad consultar: COLCIENCIAS: Resultados e Impactos de Proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico: Algunos casos, Santafé de Bogotá, Febrero de 1998

En Proyectos de *Innovación en Tecnología de Proceso* se destaca el caso de TECNISEC, empresa que desarrollo café soluble a partir del proceso ‘spray dry’. Este proceso significa un ahorro en las inversiones de cerca del 80% comparado con el valor de plantas comerciales de café liofilizado y permite obtener una calidad tipo exportación. Actualmente la empresa nacional negocia licencias de tecnología y joint-ventures con empresas alemanas y japonesas interesadas en la comercialización de café o de las plantas fabricadas con tecnología TECNISEC.

En Proyectos de *Innovación en Tecnología de Producto* se destaca: a) el caso de Maquinaria Superbrix, empresa especializada en la producción de maquinaria agroindustrial. El proyecto permitió el diseño de hornos de combustión para el secamiento de granos, con la cooperación de una universidad regional. El nuevo equipo desarrollado aumento la eficiencia de combustión entre un 60% y 80%, disminuyo los costos de producción y permitió cumplir las normas EPA de control ambiental. Actualmente se exporta el 60% de la producción a países de América central y el Caribe. B)LEVAPAN desarrollo un proyecto de investigación a nivel de laboratorio y planta piloto para la obtención de sabores naturales a partir de levaduras modificadas de harina de soya, gluten de trigo y germen de maíz. Se han sintetizado varios sabores, la empresa ha dotado su laboratorio de biotecnología y realizado alianzas estratégicas con institutos tecnológicos en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica. Con esta estrategia tecnológica la empresa consolido su competitividad en el mercado internacional, aumentado su producción y generando empleo.

En Proyectos de *Innovación en Servicios y Capacitación* se mencionan: a) La Red de Información sobre Normas Técnicas organizada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, mediante la cual presta servicios automatizados de información a las empresas en campos relacionados con la normalización, la certificación y la metrología. b) El Sistema Nacional de Referenciación Competitiva establecido por la Corporación Calidad con el objeto de implantar una cultura de calidad mediante el desarrollo de indicadores de gestión empresarial y servicios de ‘benchmarking’ nacional e internacional para la competitividad.

En el gráfico No. 4, se observa que el mercado de los servicios tecnológicos está empezando a operar como resultado de una mejor organización de la oferta tecnológica y de la aceptación por parte de los empresarios de pagar por servicios que cumplan con criterios de oportunidad y calidad y ayuden a resolver problemas de la producción o del mercado. En el periodo señalado se han atendido 7.114 empresas<sup>36</sup>, a través de las siguientes acciones: a) El financiamiento de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico b) Los servicios tecnológicos prestados por la Red de Centros Tecnológicos c) Los servicios de certificación y aseguramiento de calidad o normalización y metrología del sistema de calidad d) Los servicios de registro de propiedad industrial

Una de las actividades relevantes del SNI ha sido la internacionalización de las empresas, en búsqueda de alianzas estratégicas y de transferencia de tecnologías. Con este propósito se ha adelantado un programa de misiones tecnológicas empresariales, así:

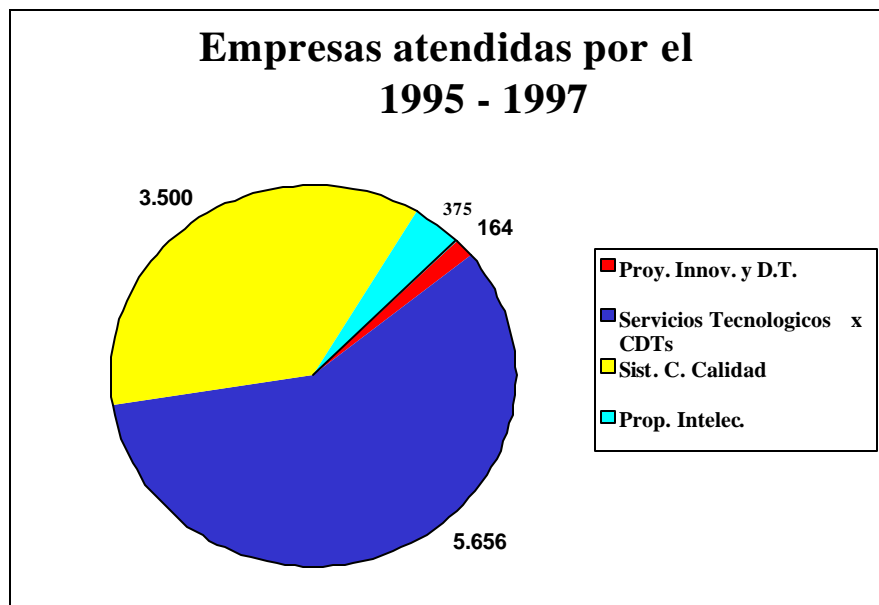
- 12 Misiones Tecnológicas Empresariales: India, España, Estados Unidos, Chile, Canadá, Francia, Italia, Brasil

---

<sup>36</sup> Hay empresas que reciben más de un servicio por parte del SNI. Este hecho debe tenerse en cuenta al leer el gráfico No. 5

- 150 Empresas participantes
- 12 Centros Tecnológicos Promotores
- 30 Proyectos de Alianzas Estratégicas Internacionales
- US\$1.117 millones de inversión en el Programa de Misiones Tecnológicas

**Gráfico No. 5**



Fuente: COLCIENCIAS, Fortalecimiento de la Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico, Santafé de Bogotá, D.C., Noviembre de 1997.

En la formación de capital humano para la innovación y el desarrollo tecnológico, COLCIENCIAS ha otorgado 72 becas de postgrado en áreas de ingeniería por un valor de US\$5 millones, y ha dado apoyo a 56 jóvenes investigadores vinculados a proyectos de investigación tecnológica por un monto de US\$377 millones.

## 2.4.2 Consolidación de las redes de centros tecnológicos

El establecimiento de una *Red de Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT's)* constituye una de las estrategias fundamentales de la Política Nacional de Innovación y de la Estrategia Nacional de Competitividad. Dicho esfuerzo está orientado a fortalecer la infraestructura de investigación, capacitación y prestación de servicios tecnológicos necesarios para incrementar la competitividad del sector productivo. Este enfoque representa un cambio rotundo con relación a la política que se había seguido en los seis años anteriores, caracterizada por el proceso de apertura económica y de liberalización, en la que el Estado había dado un apoyo limitado al sector privado en el área de I&D, sobretodo, en lo relacionado con el establecimiento y fortalecimiento a centros de productividad y de desarrollo tecnológico. La política del SNI considera que, si bien los empresarios son los líderes del desarrollo tecnológico, el Estado debe desempeñar un papel activo en la promoción y creación de condiciones propicias para la innovación y el cambio tecnológico.

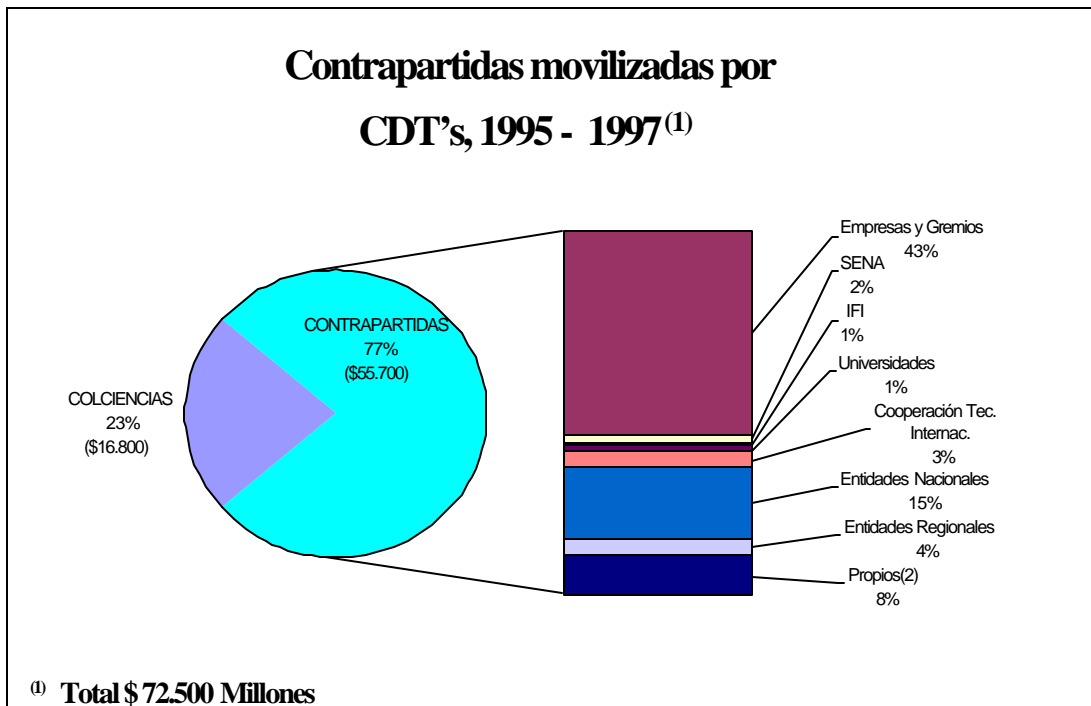
Entre estas se encuentra el apoyo al establecimiento y fortalecimiento de Centros de Productividad y de Desarrollo Tecnológico.

La *Red de Centros Tecnológicos* está constituida por 31 centros que suministran una variedad de apoyos tecnológicos al sector productivo, cubriendo una gama amplia de actividades tales como investigación, asistencia técnica, servicios tecnológicos, producción de insumos tecnológicos y capacitación. Estos 31 centros cubren diversos sectores de la producción: 10 en industria, 6 en el campo de nuevas tecnologías, 1 en medio ambiente, 6 en el sector agropecuario, 2 en el sector minero-energético y 6 Centros Regionales de Productividad e Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica.

Algunos de los resultados concretos del programa de fortalecimiento de CDT's son los siguientes:

- a) Movilización de recursos de inversión para apoyar los CDT's por parte del sector público y del sector privado, por un monto de US\$72.5 millones durante 1995-1997 (Gráfico No 6.)

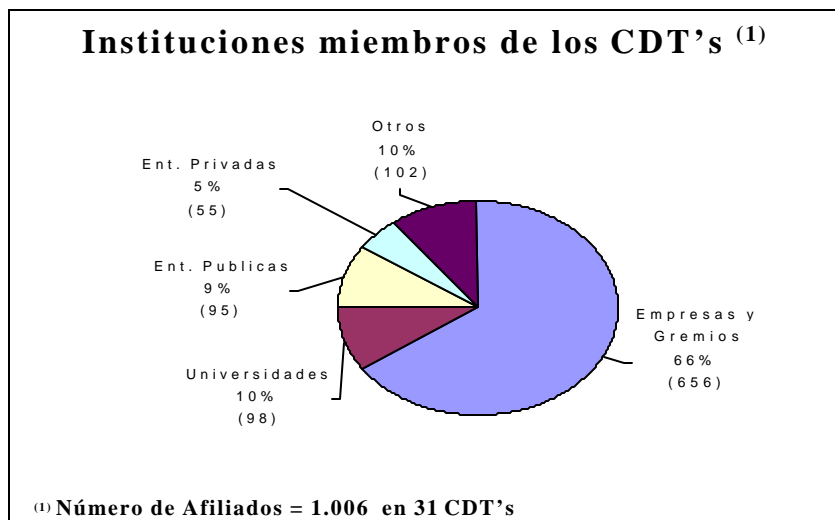
**Gráfico No. 6.**



Fuente: COLCIENCIAS, Fortalecimiento de la Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico, Santafé de Bogotá, D.C., Noviembre de 1997.

- b) En este proceso han participado 656 empresas y gremios de la producción como socios y miembros afiliados a los CDT's (Gráfico No 7).

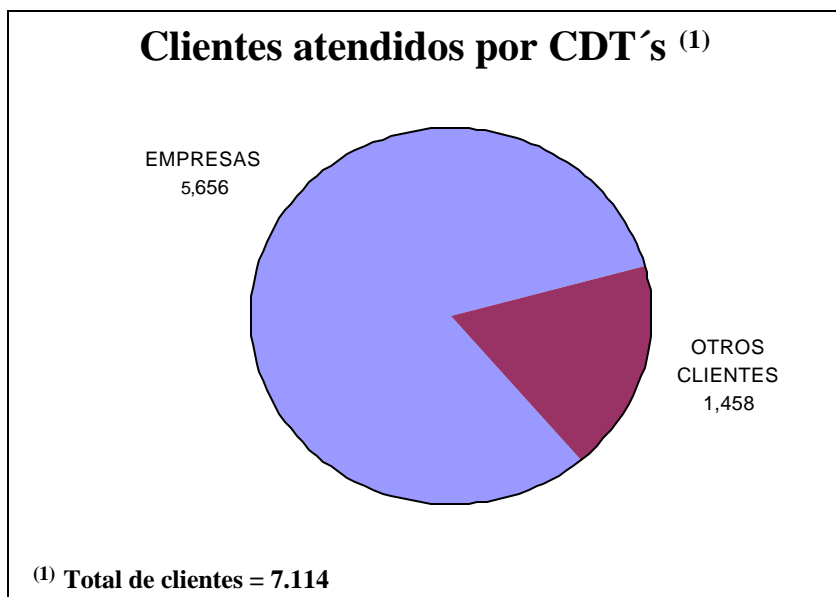
**Gráfico No. 7.**



Fuente: COLCIENCIAS, Fortalecimiento de la Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico, Santafé de Bogotá, D.C., Noviembre de 1997.

- c) Los 31 CDT's están prestando servicios tecnológicos a 5.656 empresas en diferentes sectores y regiones del país, con una gama de servicios que va desde investigación aplicada hasta control de calidad, capacitación y asistencia técnica (Gráfico No 8).

**Gráfico No 8.**



Fuente: COLCIENCIAS, Fortalecimiento de la Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico, Santafé de Bogotá, D.C., Octubre de 1996.

- d) En los dos últimos años se ha logrado generar una cartera de 394 proyectos de desarrollo tecnológico sobre procesos y productos innovadores, que constituyen la base del trabajo de los

CDT's con las empresas. Estos proyectos se complementan con los 153 proyectos que COLCIENCIAS ha financiado directamente en las empresas.

- e) En el caso de los CDT's que contemplan **construcción de una infraestructura física para investigación y servicios tecnológicos**, en los últimos dos años se ha hecho una significativa inversión. Dicha expansión y fortalecimiento de la infraestructura física para I&D es una de las inversiones más importantes en el mediano y largo plazo, cambiando la tendencia de deterioro de esta infraestructura que se venía presentando en el país.
- f) En el sector agropecuario uno de los pasos más importantes es el que está llevando a la *especialización flexible de los centros de investigación de CORPOICA*, basado en ventajas comparativas de investigación y requerimientos tecnológicos al nivel de cada centro y/o región.
- g) La *capacitación de investigadores, de ingenieros y de gerentes* para los CDT's ha sido una actividad básica. En lo referente a recursos humanos debe mencionarse el Programa de Capacitación en Gestión Tecnológica, con una inversión de US\$2,2 millones.
- h) Un paso importante en este período ha sido el desarrollo de una **Estrategia de Financiación** para cada CDT, que combina diversas fuentes de financiación cuya importancia varía de un caso a otro: apoyo por parte del Gobierno Nacional y Departamental, aportes del sector privado a través de recursos parafiscales o a través de contribuciones directas, venta de servicios en el mercado, y cooperación internacional.

La red de CDT's colombianos tienen tres características particularmente innovadoras. En primer lugar, se ha cambiado el anterior modelo de institutos o centros públicos adoptándose un modelo organizacional basado en la participación de los productores de cada sector y en un claro compromiso empresarial, reflejado en el hecho de que estos últimos participan en el gobierno y la financiación de dichos centros. El Estado pasa de un *subsidio de la oferta* (institutos públicos), a un *subsidio de la demanda* (estrategia de financiación basada en la co-financiación con el sector privado, y en el apoyo financiero a la demanda vía la financiación competitiva de proyectos de desarrollo tecnológico).

En segundo lugar, con base en la Ley de Ciencia y Tecnología se ha promovido el surgimiento de *estructuras organizacionales novedosas*, consistentes en redes de innovación entre empresas y *centros reales* (con infraestructura propia) y *centros virtuales*, mediante diversos tipos de alianzas estratégicas del Estado con el sector privado. Se trata de un proceso dinámico en el cual se está desarrollando una **nueva generación de centros de desarrollo tecnológico**, que buscan evitar las limitaciones de los centros tecnológicos clásicos de los setenta y los ochenta, aprovechando al mismo tiempo las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías de las telecomunicaciones y la informática y la creciente importancia de las redes de innovación transnacionales que caracterizan el mundo contemporáneo.

La tercera característica innovadora de la red de CDT's colombianos es la de su creciente integración en un **Sistema Nacional de Innovación**, que tiene dos dimensiones importantes: la *sectorial* (v.gr. CDT's en el sector industrial, en el sector agropecuario, en el sector minero-energético), y la *regional*, esta última dando lugar a los *Sistemas Departamentales y Regionales de Innovación* que se están apoyando con diversas Gobernaciones, Municipios y el sector académico y privado departamental. La integración del SNI se está logrando a través de la cofinanciación de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (universidad-empresa, CDT-empresa), a través

de *programas estratégicos de desarrollo tecnológico* que se están desarrollando con el sector productivo (v.gr. FEDEGAN, FEDEPALMA, ACOPLASTICOS), y a través de *Programas de Apoyo* a los CDT's y a las empresas del respectivo sector, orientados a fortalecer sus capacidad de gestión tecnológica y de acceso al conocimiento y a la tecnología (v.gr. Metrología y Control de Calidad, Corporación Calidad, Programa de Gestión Tecnológica y Misiones Empresariales, acceso a INTERNET).

Algunos casos ilustrativos de la actividad desplegada por los Centros Tecnológicos son los siguientes: a) CENIACUA, construyo un centro de investigación de 3.000 m<sup>2</sup> de laboratorios en Cartagena para la producción de larvas de camarones y la investigación de enfermedades que afectan su crecimiento y reproducción. Además cuenta con 41 ha de estanques para investigación en finca aportados por los productores. Recientemente estableció una infraestructura para el mejoramiento genético de los camarones, trabajando en red con centros de Europa y universidades nacionales. Como resultado de la gestión en los tres últimos años, CENIACUA desarrollo una línea resistente al síndrome de Taura, enfermedad que limitó y puso en peligro el futuro de esta industria. b) El Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho, se ha especializado en el diseño de moldes, desarrollo de materias primas y procesos de inyección y extrusión de plásticos. En un programa de cooperación con Alemania formo un grupo de ingenieros y científicos de alto nivel para la prestación de asistencia técnica y capacitación a cerca de 500 empresas en el país. Ha licenciado tecnología de materiales a una empresa mejicana fabricante de zapatos tenis, la cual es proveedora de una multinacional con sede en Estados Unidos.

### 2.4.3 Dinámica de Sistemas Regionales de Innovación

La descentralización y democratización de las oportunidades y beneficios del desarrollo tecnológico ha llevado al impulso de *Sistemas Regionales o Departamentales de Innovación*, teniendo como núcleos operativos las empresas, los Centros Regionales de Productividad y las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica. Estos Sistemas Regionales potencializan el impacto de los programas nacionales y contribuyen al desarrollo de las diversas regiones del país. Actualmente, se está trabajando en esta dirección con diversas Gobernaciones y grupos empresariales regionales (Gráfico No. 9).

Los Sistemas Regionales de Innovación están generando una capacidad de especialización estratégica productiva, que articula fabricantes, proveedores y clientes en clusters y cadenas productivas con ventajas competitivas sostenibles. Cada región está descubriendo sus fortalezas y construyendo la infraestructura industrial del futuro, mediante inversiones en la investigación y formación de personal de alto nivel, que permitan enfrentar la competencia internacional.

La Política Nacional de Innovación en Colombia <sup>37</sup> ha definido como lineamiento básico el refuerzo a los Sistemas Regionales de Innovación <sup>38</sup>, con el objeto de desarrollar las fuerzas

---

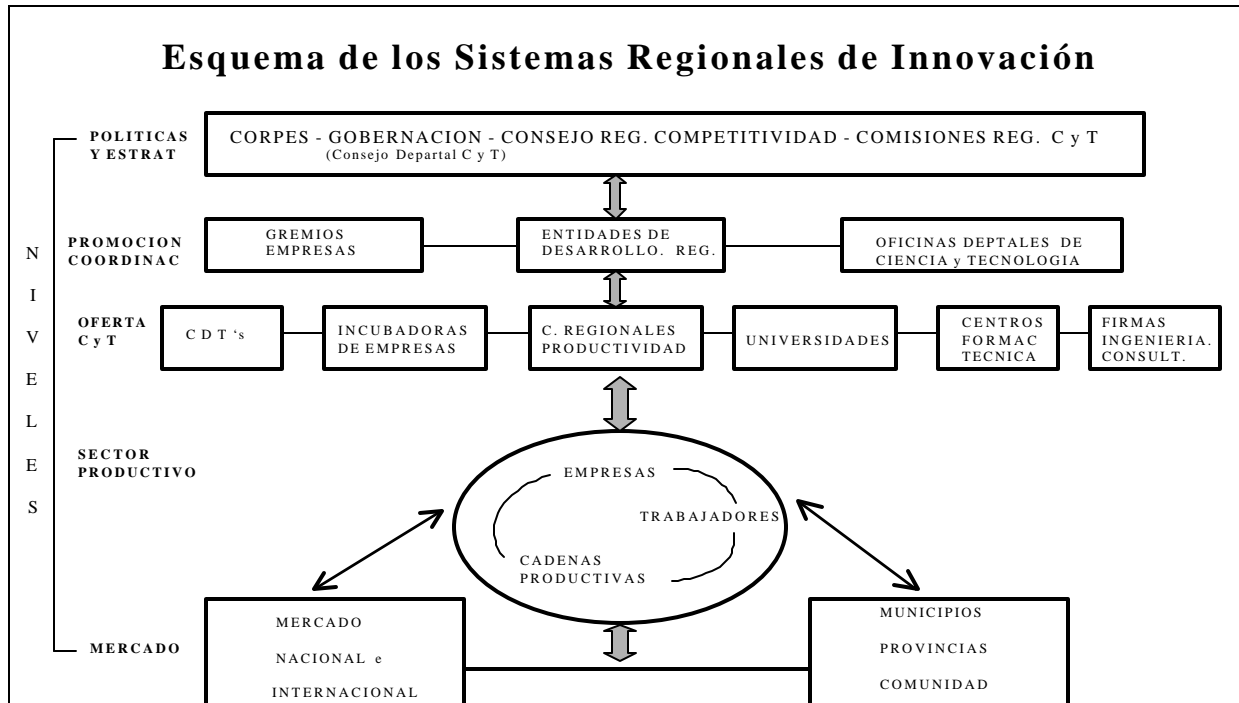
<sup>37</sup> COLCIENCIAS: *Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico*; Santafé de Bogotá, D.C., Julio de 1995

<sup>38</sup> COLCIENCIAS: *Articulación y Fortalecimiento de Sistemas Regionales de Innovación en Colombia*; Santafé de Bogotá, D.C., Junio de 1997

productivas de acuerdo con una visión de especialización estratégica. Los principales componentes identificados en los Sistemas Regionales de Innovación son los siguientes:

- Especialización productiva regional(Clusters)
- Centros Regionales de Productividad y Desarrollo Empresarial
- Incubadoras de empresas de Base Tecnológicas y centros tecnológicos
- Red de Extensionistas y Promotores Regionales

**Gráfico No 9.**



Fuente: COLCIENCIAS, Articulación y Fortalecimiento de los Sistemas Regionales de Innovación en Colombia, Santafé de Bogotá, D.C., Junio 18 de 1997

De la experiencia colombiana de la regionalización de la innovación, se confirma que la competencia global se construye, principalmente, a través de “clusters” con economías de escala y especialización, que favorecen las relaciones “intrafirma” y la comunicación horizontal para reaccionar, rápidamente, a los cambios de mercado. “El modo de transacción grupal facilita el acceso a los mercados mundiales”<sup>39</sup>. Este es un tipo de innovación social que ha mostrado la necesidad de un cambio cultural en los empresarios, para crear condiciones de mayor confianza hacia la cooperación a lo largo de toda la cadena productiva. Los elementos más importantes de señalar en los Sistemas Regionales de Innovación, son:

- 1) El futuro social y económico de las regiones sólo es viable como resultado de la autonomía y liderazgo de los actores territoriales y locales

<sup>39</sup> Freeman, Christopher. *Ibidem*



- 2) La diversidad cultural y étnica del país es un patrimonio invaluable para la innovación, siendo necesario una dinamización de los entes territoriales relacionados con el sector productivo, la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico.
- 3) Los nuevos mecanismos de financiamiento del desarrollo (Fondo Nacional de Regalías del Petróleo, Fondo Nacional de Capital de Riesgo) están concebidos como recursos orientados por directrices nacionales, pero, ejecutados a través de instituciones y programas regionales

#### **2.4.4 Modernización e integración del Sistema de Financiamiento del Desarrollo Tecnológico**

El financiamiento del desarrollo tecnológico en Colombia presenta una interesante variedad de mecanismos de fomento que se han integrado dentro de un sistema que cubre la totalidad del ciclo de la innovación. Las siguientes son las principales líneas (Cuadro No 2):

- *Capital Semilla*: Son fondos no reembolsables de apoyo para el desarrollo institucional de la red de centros tecnológicos e incubadoras y centros regionales de productividad
- *Crédito de Reembolso Obligatorio y Garantías Tecnológicas*: Este instrumento permite financiar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas en todo el país, mediante créditos de largo plazo (10 años). Esta línea opera a través del *Convenio COLCIENCIAS – IFI - Fondo Nacional de Garantías*, que permite canalizar recursos del IFI y de los intermediarios financieros a tasas de interés del mercado para proyectos de innovación COLCIENCIAS otorga un estímulo a la innovación tecnológica consistente en un porcentaje entre el 18% al 20% del monto del crédito, bajo la modalidad de recuperación contingente (no reembolsable). Este instrumento permite atender usuarios de crédito de desarrollo tecnológico en todo el país, y agilizar los procesos y trámites con el apoyo de la banca comercial de redescuento. Las garantías tecnológicas son un instrumento ligado al crédito de desarrollo tecnológico para la PYME. A este esquema se han acogido empresas de desarrollo de software que anteriormente ningún banco comercial prestaba recursos para sus proyectos.
- *Cofinanciación del desarrollo tecnológico*: Este mecanismo otorga fondos no reembolsables hasta por un 70% en proyectos ejecutados por empresas de la PYME, las universidades y los CDT's. Para empresas de mayor tamaño, el porcentaje del subsidio es del 50%, en proyectos cooperativos entre las empresas, las universidades y los CDT's. Este mecanismo ha despertado un particular interés del sector privado y de empresas públicas para el desarrollo de proyectos estratégicos, con un componente alto de investigación y transferencia de tecnología. Adicional al aporte de las empresas privadas se ha logrado que empresas públicas de servicios (v.gr., Empresas Públicas de Medellín) y los fondos de regalías (v.gr., el Fondo de Comunicaciones del Ministerio de Comunicaciones) contribuyan con recursos importantes para este tipo de programas.
- *Capital de Riesgo*: Recientemente, se ha creado el *Fondo Nacional de Capital de Riesgo*, con participación de instituciones públicas (COLCIENCIAS, IFI) y privadas

(Grupo Corona, Grupo Suramericana, FONDISER, PROANTIOQUIA), con el propósito de dar apoyo a las empresas de base tecnológica y a proyectos de alta incertidumbre respecto a las tecnologías y a los mercados. Adicional a los aportes de entidades nacionales, se está tramitando una contribución de la Unión Europea (Gráfico No 9).

- *Incentivo Fiscal a la Innovación y el Desarrollo Tecnológico:* A las empresas y entidades que, efectivamente, realicen inversiones y/o donaciones en programas y proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, se reconoce como deducible de la renta total el ciento veinticinco por ciento (125%) de la inversión o donación realizada, de acuerdo con la Ley 383 de 1997 (Reforma Tributaria).
- *Fondos de Recuperación Contingente:* Estos fondos se dedican a proyectos de investigación básica y aplicada en universidades y centros de investigación.
- *Apoyo a proyectos de competitividad y desarrollo tecnológico productivo:* Como complemento a los recursos de COLCIENCIAS, se cuenta con los recursos de la Ley 344/96, que faculta al SENA a invertir el 20% de sus ingresos en programas y proyectos de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. La inversión en 1997 alcanzó los US\$64 millones y en 1998 este monto es de US\$79 millones para proyectos y convenios.

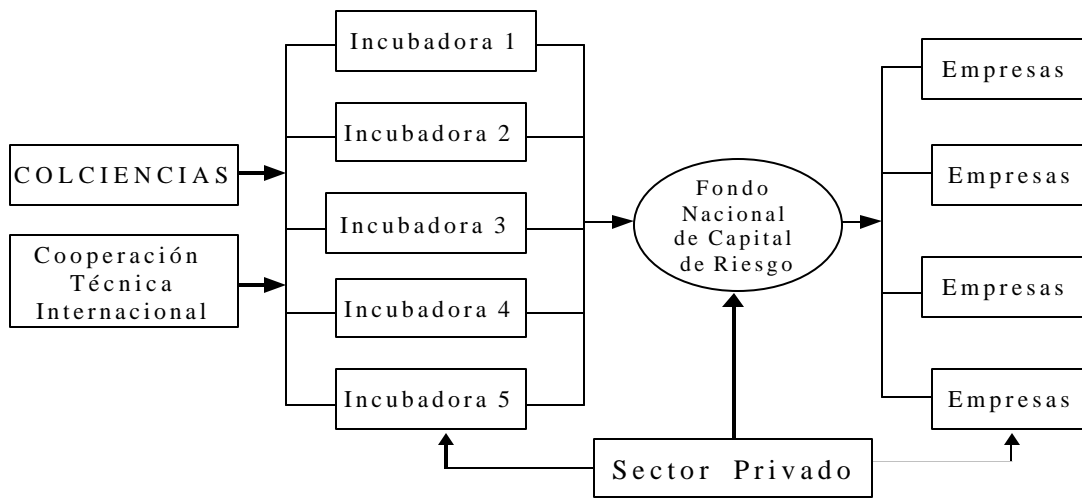
## Cuadro No. 2. SISTEMA DE FINANCIAMIENTO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

No.	TIPO DE FINANCIAMIENTO	ENTIDAD						
		COLCIENCIAS	IFI	FNG	SENA	BANCA COMERCIAL	ENTIDADES TERRITORIALES	SECTOR EMPRESARIAL
1	Capital Semilla							
2	Crédito y Garantías Tecnológicas							
3	Cofinanciación							
4	Capital de Riesgo							
5	Incentivo Fiscal							
6	Recuperación Contingente							
7	Ley 344 / 96 - Proyectos Competitividad							

Fuente: COLCIENCIAS, Fortalecimiento de la Estrategia de los Centros de Desarrollo Tecnológico, Santafé de Bogotá, D.C., Octubre de 1996.

**Gráfico No. 10.**

**Fondo de Capital de Riesgo**



Fuente: COLCIENCIAS, Fondo Nacional de Riesgo, Santafé de Bogotá, D.C., Noviembre 27 de 1997

### **3. Conclusiones y Reflexiones de la Experiencia en Innovación de Colombia**

La formulación de la Política de Innovación y Desarrollo Tecnológico y la puesta en marcha del SNI en Colombia, deja conclusiones interesantes, útiles para el mejoramiento del modelo y su permanente actualización.

#### **3.1 El Aprendizaje como eje de la nueva estrategia de Innovación**

En un mundo cada vez más globalizado, el aprendizaje permanente, como eje de la nueva estrategia de innovación y desarrollo tecnológico, se basa en la construcción de capacidades y habilidades de manejo y apropiación del conocimiento, en función de la competitividad de la economía mundial.

El desarrollo de capacidades de aprendizaje tiene que ver con factores culturales, organizacionales y científico-tecnológicos, que afectan los procesos de comunicación entre los individuos, las empresas, las cadenas productivas y el Gobierno alrededor del conocimiento.

Dada la dimensión compleja del aprendizaje y de la dispersión de habilidades, en Colombia se ha dado apoyo a la construcción del Sistema Nacional de Innovación, a fin de lograr un impacto sobre la competitividad internacional, teniendo como base un escenario social de interacción entre los diferentes agentes públicos y privados y los usuarios en general. La experiencia de Colombia muestra la importancia de articular los diferentes tipos de aprendizaje dentro de propósitos nacionales y regionales y con una visión amplia que, al mismo tiempo que profundiza en el desarrollo de capacidades locales de investigación y desarrollo y de prestación de servicios tecnológicos, se incorpora a las redes mundiales de innovación, generando una alta dinámica de intercambio de conocimientos e información.

De acuerdo con las diversas funciones de la Política Nacional de Innovación y los actores participantes, se presentan las siguientes conclusiones del aprendizaje institucional, durante los últimos años:

- **Aprendizaje en la definición y concertación de la Política Nacional de Innovación**

Ha existido un aprendizaje muy interesante en tres aspectos atinentes con la definición de la Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico: 1) La articulación entre políticas sectoriales, Acuerdos Sectoriales de Competitividad y programas estratégicos de innovación. 2) La articulación entre el Sistema Nacional de Innovación, liderado por COLCIENCIAS, y el Sistema Nacional de Formación Profesional, liderado por el SENA. 3) La concertación de esfuerzos entre el Gobierno y el sector privado en la definición y ejecución de las políticas sectoriales y los programas y proyectos de innovación y competitividad<sup>40</sup>. 4) La construcción de Sistemas Regionales de Innovación con los actores reales de las comunidades (Entes territoriales, Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología, centros tecnológicos, incubadoras, empresas, gremios y universidades).

- **Aprendizaje en la formación de investigadores e innovadores**

Se ha dado énfasis en la formación de jóvenes investigadores mediante diversos programas que incentivan la vocación investigativa desde la escuela y que al finalizar la universidad facilitan la incorporación a los grupos de investigación existentes. Adicionalmente, se creó un sistema de becas de postgrado en áreas prioritarias de la ciencia y tecnología al cual se postulan candidatos de todo el país. Lo novedoso de este programa es el sistema de convocatoria, los criterios de selección de candidatos, la composición del jurado, el sistema informático para el registro y la evaluación de los postulantes y los convenios con organismos internacionales para el manejo de los recursos.

---

<sup>40</sup> **Articulación entre COLCIENCIAS, Departamento Nacional de Planeación y los Ministerios, especialmente, los Ministerios de Desarrollo Económico, Agricultura, Educación, Comercio Exterior, Trabajo, Hacienda y Comunicaciones con los gremios, los sindicatos y otras organizaciones**

- **Aprendizaje en las empresas y organizaciones**

Se han realizado varias experiencias de aprendizaje organizacional al interior de las empresas con el objeto de implantar modelos gerenciales avanzados de manejo del capital humano y de organización del trabajo para la productividad y calidad. El Programa de “Mejoramiento Continuo y Gestión Tecnológica” desarrollado en 140 empresas en seis regiones del país, con la participación de la Corporación Calidad y los Centros Regionales de Productividad, así como varios proyectos de cambio organizacional financiados por COLCIENCIAS, han permitido un aprendizaje importante que se resume en los siguientes puntos: 1) El empresario esta invirtiendo en forma creciente en proyectos de gestión tecnológica con el objeto de ajustar su organización a la competitividad internacional, para lo cual requiere el apoyo de consultores especializados en el cambio organizacional de su empresa. 2) Este apoyo se concentra en la incorporación de la tecnología a las estrategias del negocio y en el establecimiento de un ambiente para el aprendizaje permanente y el manejo de la información, 3) El trabajo en grupo con otros empresarios dinamiza los procesos de innovación organizacional. 4) Las empresas encuentran grandes necesidades de medir su productividad y aplicar el “benchmarking” para establecer su competitividad real. 5) La capacitación y la participación de los trabajadores son la clave para un ambiente creativo en la organización.

- **Aprendizaje en cadenas productivas y clusters**

Las empresas han aprendido que su supervivencia en los mercados depende no sólo de su productividad sino, además, del futuro competitivo del cluster o cadena competitiva en la cual ella está inserta. Por lo tanto, los empresarios están desarrollando estrategias agresivas de cooperación para la integración de cadenas productivas y competitivas con proveedores, fabricantes de bienes de capital, financiadores, clientes y usuarios. Los puntos críticos de este aprendizaje en cadenas productivas han sido: 1) La confianza entre los diferentes agentes de la innovación. 2) Claridad en las ofertas y demandas tecnológicas. 3) Capacidad de negociación de beneficios mutuos. 4) Cooperación de largo plazo.

## **3.2 Reflexiones para el futuro**

Estas oportunidades de diálogo regional se deben mantener hacia futuro, con el propósito de adelantar reflexiones entre los países alrededor de aspectos fundamentales de la política de innovación como son los siguientes:

- Mecanismos para la transnacionalización de algunos centros de innovación empresarial y desarrollo tecnológico en América Latina y el Caribe
- Generación de nuevos mecanismos y programas estratégicos de cooperación para fortalecer la innovación entre los países de América Latina y el Caribe

- Ampliación de los esquemas de financiamiento multinacional, teniendo como fuentes de recursos las líneas del BID y de las agencias subregionales como la CAF, y los aportes de los propios países<sup>41</sup>
- Programas regionales de formación de recursos humanos para la innovación, en especial, el mejoramiento de las ingenierías y de la formación técnica profesional

*BID 280 (Versión Abril 28/98)*

---

<sup>41</sup> **Difusión de la experiencia de creación del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria con el apoyo del BID y los países de la región**