

# Nuevas políticas y estrategias de articulación del sistema de ciencia, tecnología e innovación colombiano

Sonia Esperanza Monroy Varela\*

## resumen

El objetivo central de este estudio fue el de evaluar los problemas actuales de articulación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación colombiano, SNCTI, con el fin de proponer nuevas políticas y estrategias que conduzcan al mejoramiento de sus resultados. La metodología se basó en la revisión de fuentes secundarias de información, la obtención de datos primarios mediante una encuesta con diseño de muestra y formulario y entrevistas abiertas con actores clave del sistema.

Los resultados del estudio muestran que hay un bajo nivel de interacción en el SNCTI, y que, en concepto de sus mismos actores, las acciones fundamentales para articular el sistema tienen que ver con la formulación concertada de una política de ciencia, tecnología e innovación de alto impacto, el incremento de los recursos del mismo y un mayor estímulo para mejorar las interacciones entre los actores. La recomendación central sugiere que es necesario replantear el funcionamiento del SNCTI para tratarlo como una organización social abierta, en concordancia con los conceptos sustentados en los desarrollos teóricos y pragmáticos del enfoque sistémico, labor que se debe complementar con la formación de capital humano y la asignación adecuada de recursos económicos.

**Palabras clave:** ciencia, tecnología e innovación, sistema, articulación.

## abstract

### New policies and strategies for coordinating the colombian science, technology and innovation system

This project's main objective was to evaluate current problems arising from coordinating the Colombian science, technology and innovation system (*Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación colombiano* - SNCTI) and propose new policies and strategies leading to improving its results. The methodology was based on reviewing secondary information sources, obtaining primary data by using a sampling and form-filling survey and open interviews with key actors in the system.

The study's results revealed a low level of interaction within SNCTI and that (in the actors' opinion) fundamental action for coordinating the system had to do with the agreed-upon formulation of a high-impact science, technology and innovation policy, increasing its resources and greater stimulation for improving interaction between the actors. The main recommendation lay in suggesting that SNCTI's functioning should be rethought so as to deal with it as an open social organisation, in accordance with the concepts implicit in a systemic approach's theoretical and pragmatic development. This work should be complemented by training human capital and the suitable assignment of economic resources.

**Key words:** science, technology and innovation, system, coordination.

## résumé

### Nouvelles politiques et stratégies d'articulation du système de science, de technologie et d'innovation colombien.

L'objectif central de cette étude est d'analyser les problèmes actuels d'articulation du Système National de Science, de Technologie et d'Innovation colombien, SNCTI, afin de proposer de nouvelles politiques et stratégies qui conduisent à une amélioration de ses résultats. La méthodologie s'est basée sur la révision des sources secondaires d'information ; l'obtention d'information primaire par une enquête avec une démonstration de la conception et du formulaire ; et, des entretiens ouverts avec des acteurs clés du Système.

Les résultats de l'étude montrent qu'il existe un niveau d'interaction faible dans le SNCTI, et que selon les acteurs eux-mêmes, les actions fondamentales pour articuler le Système sont en relation avec la formulation concertée d'une politique de science, de technologie et d'innovation de fort impact, l'augmentation de ses ressources et une stimulation majeure pour améliorer les interactions entre les acteurs. La recommandation centrale suggère qu'il est nécessaire de repenser le fonctionnement du SNCTI pour l'aborder comme une organisation sociale ouverte, en accord avec les concepts énoncés dans les développements théoriques et pragmatiques de l'approche systémique ; travail qui doit être complété par la formation de capital humain et l'assignation adéquate des ressources économiques.

**Mots clés :** Science, Technologie et Innovation, Système, articulation,

## resumo

### Novas políticas e estratégias de articulação do sistema de ciência, tecnologia e inovação colombiano.

O objetivo central deste projeto foi a avaliação dos problemas atuais de articulação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação colombiano, SNCTI, com o fim de propor novas políticas e estratégias que conduzam ao melhoramento dos seus resultados. A metodologia é baseada na revisão de fontes secundárias de informação; a obtenção de dados primários mediante uma enquête com desenho de mostra e formulário; e, entrevistas abertas com atores Chaves do Sistema.

Os resultados do estudo mostram que há um baixo nível de interação no SNCTI, e que, conforme o conceito de seus próprios atores, as ações fundamentais para articular o Sistema têm a ver com a formulação combinada duma política de ciência, tecnologia e inovação de alto impacto, o aumento dos recursos do mesmo e um maior estímulo para melhorar as interações entre os atores. A recomendação central sugere que é necessário repensar o funcionamento do SNCTI para tratar-lo como uma organização social aberta, em concordância com os conceitos sustentados nos desenvolvimentos teóricos e pragmáticos do enfoque sistémico; labor que deve complementar-se com a formação de capital humano e a destinação adequada de recursos económicos.

**Palavras Chave:** Ciência, Tecnologia e Inovação, Sistema, articulação.

Clasificación JEL: O32, O38.

Recibido: 27/04/2006. Aprobado: 01/08/2006.

Ingeniera Industrial de la Universidad de los Andes, especialista en Sistemas de Información en la Organización, especialista en Sistemas de Control Organizacional y de Gestión, magíster en Administración. Actualmente es profesora de la Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia, y asesora de la División de Investigaciones de la Universidad El Bosque.  
Correo electrónico:  
semonroyv@unal.edu.co



Monroy, S.E. (2006). *Nuevas políticas y estrategias de articulación del sistema de ciencia y tecnología e innovación colombiano*. *Innovar* 16(28), 157-172.

## 1. Introducción\*

El estudio tuvo como objetivo central contribuir al mejoramiento de los resultados del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, SNCTI, colombiano, mediante la proposición de nuevas políticas y estrategias que fortalezcan significativamente la articulación de sus principales componentes y actores. Tal propósito se complementó con otros de carácter intermedio, como la caracterización de los actores del Sistema y la identificación de los elementos esenciales para una interacción apropiada en el mismo (Monroy, 2004, p. 41). De la misma manera, se hace una amplia contribución conceptual que alimenta la discusión de esta temática relativamente distante de la vida nacional, pero crucial en el proceso de desarrollo integral del país.

Los avances científicos y tecnológicos del mundo en las últimas décadas han hecho que las ventajas comparativas de los países basadas en su ubicación geográfica o en su dotación privilegiada de recursos naturales hayan dado paso a ventajas competitivas sustentadas en la generación y aplicación del conocimiento. La sociedad del conocimiento, así denominada, ha determinado profundos cambios institucionales, socioeconómicos y científicos, en los cuales la educación y la conformación de verdaderos sistemas de ciencia, tecnología e innovación son indispensables para estructurar y soportar los planes nacionales de desarrollo.

Estados avanzados de desarrollo requieren sistemas bien estructurados que integren todos los actores relacionados con la academia, la ciencia, la tecnología y la innovación, con una visión compartida y un enfoque proactivo. No hacerlo significaría un retroceso representado en la pérdida de mercados internacionales, la entrega de mercados nacionales, el aumento de la dependencia política y económica y el rápido e inevitable empobrecimiento de la población.

## 2. La problemática

En Colombia existen el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, SNCYT, creado por la Ley 29 de 1990, y el Sistema Nacional de Innovación, SNI, iniciado en 1995. El SNCYT tiene innumerables actores de gran diversidad institucional y legal, con visiones, misiones y objetivos sustentados en las razones de su mismo origen. Son universidades, institutos públicos de in-

vestigación, centros de investigación gremiales, institutos tecnológicos, centros de desarrollo tecnológico y demás entidades de naturaleza similar. El Sistema Nacional de Innovación, SNI, nació como un subsistema del SNCYT, es contemporáneo con casi todos sus homólogos latinoamericanos, y su formulación se basó en conceptos desarrollados en los países industrializados.

De acuerdo con el principio de autorreferenciación (Etkin y Schvarstein, 1995, pp. 14-15) según el cual las organizaciones sociales iteran su propia identidad y se definen a sí mismas a medida que funcionan, se puede sugerir que el SNCTI colombiano no ha alcanzado un equilibrio dinámico por cuanto se encontraría "... en una etapa temprana [en que] la búsqueda de definiciones precisas y rigurosas coexiste con espacios para explorar conexiones, aun si en algunos casos éstas se derivan más de intuiciones que de teorías causales bien fundamentadas" (Arocena y Sutz, 1999, p. 2).

Para efectos del estudio se consideró que el SNCYT y el SNI son básicamente un solo sistema, el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, SNCTI. Ello en razón a que ambos están conformados real o virtualmente por los mismos actores, tienen en común conceptos fundamentales, comparten estrategias básicas, el desempeño del SNI depende en alto grado de la fortaleza del SNCYT, las dos instancias están alineadas con Colciencias, y son afectados prácticamente por los mismos problemas, entre los que sobresale su gran desarticulación, foco de este trabajo (Monroy, 2004, p. 12).

El SNCTI colombiano enfrenta graves problemas desde el momento mismo de su creación. Entre ellos se destacan: el inestable y muy débil apoyo del Estado, las deficiencias en la formulación de su política, su visión cortoplacista, su escasa concertación, la falta de sentido de lo público, la muy baja valoración social y económica del trabajo científico, el estancamiento de la comunidad científica, la emigración de científicos, y su desarticulación, entre otros (Forero, 2000, pp. 8-10).

En los sectores institucionales, empresariales y académicos colombianos se acepta que el SNCTI presenta una baja interacción entre los diferentes actores que lo componen, en todos sus niveles. El mismo Consejo Nacional de Política Económica y Social, Conpes (Conpes No. 3080, 2000, p. 7), reconoce los problemas de articulación, cuando afirma que: "El SNCYT obedece a un diseño adecuado y bien concebido. Sin embargo,

\* Artículo resultado del proyecto de investigación desarrollado por la autora para optar al título de *magíster* en Administración de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia.

es débil y presenta deficiencias en su operación, que se reflejan en la desarticulación de los distintos sectores y entidades del Sistema... [por consiguiente] ... es importante resaltar la articulación que debe darse entre los diferentes sistemas sectoriales en torno a la ciencia y la tecnología, de tal forma que la acción coordinada se concrete a través de grupos de instituciones, tanto en los planos temáticos como territoriales...”, desarticulación histórica que continúa vigente hasta la fecha, con todas sus secuelas.

La articulación del SNCTI es un elemento sistémico fundamental por cuanto la complejidad del Sistema es muy alta, por el gran número de instancias que lo conforman, y la gran diversidad institucional en el orden nacional, regional y local, además de su interacción internacional. Factores éstos que determinan un sinnúmero de interrelaciones potenciales, así como la formación de un gran número de estados posibles que el Sistema puede alcanzar, considerando cada estado como un patrón de interacciones específicas entre sus actores.

Así las cosas, este estudio planteó como problemática por analizar la articulación del SNCTI colombiano, cuyas conclusiones y recomendaciones se ponen a consideración de los actores del mismo y de las demás instancias relacionadas con el tema, como un aporte a la solución de sus múltiples problemas.

### 3. Elementos fundamentales del marco conceptual

El estudio tomó conceptos fundamentales de la teoría general de los sistemas (Bertalanffy, 2001, p. 35), y en particular de los sistemas dinámicos abiertos definidos por Schein (Bertoglio, 1992, pp. 23-24), así como del análisis de redes sociales (Sanz Menéndez, 2003, p. 6), los sistemas complejos adaptativos (Gell-Mann, 1996, 413 p.), las redes tecno-económicas (Callon, 1991, 38 p.) y los sistemas sin escala (Barabási Bonabeu, 2003, pp. 52-53), entre otros. Estos planteamientos aportaron al estudio, pese a que en ellos no hay respuestas para todo, que algunos conceptos son controversiales y que varios de ellos están en un proceso de construcción teórica. Consecuente con ello, este estudio tomó un perfil ecléctico, enfoque que facilita el análisis en un contexto más amplio, y aprovecha los diferentes desarrollos teóricos y conceptuales aplicables al tema.

El término organización es difícil de definir, por las diferentes connotaciones de sus elementos conceptuales constitutivos, los cuales deben considerar las más diversas formas de organismos sistémicos, *per se* complejos, existentes en la naturaleza y en las es-

tructuras sociales, donde los individuos desempeñan un papel determinante. No sólo las empresas y las instituciones son organizaciones, sino las incontables comunidades humanas primitivas y modernas que habitan el planeta, así como la inmensa cantidad de especies de la fauna y de la flora universal, y las mismas máquinas, que también son organizaciones, en una connotación general.

Existen diferentes enfoques para definir conceptualmente la organización, que de alguna manera privilegian o excluyen ciertas formas de organización, circunstancia que enriquece el marco conceptual sobre el tema, pero crea alguna dificultad en el proceso de formular una teoría general de la organización, que se basa, de alguna manera, en la teoría general de los sistemas, como lo anticipó Bertalanffy (Bertalanffy, 2001, p. 35) hace ya varias décadas.

La idea más elemental de sistema lo define como una interrelación de elementos que conforman un todo. Esta concepción considera dos elementos fundamentales: la interrelación y la unidad global, conceptos presentes en las definiciones de los diferentes teóricos (Leibniz, Ackoff, Maturana, Rapoport y otros) que siguieron a Bertalanffy. Pero habría que darle la razón a Morin (Morin, 1999, pp. 123-124) para quien la definición de Ferdinand de Saussure es la de mayor alcance porque a los conceptos de interrelación y de totalidad le agrega el de organización, cuando afirma que “sistema es una totalidad organizada, hecha de elementos solidarios que no pueden ser definidos más que los unos en relación con los otros en función de su lugar en esa totalidad”.

Una de las características más importantes de la organización social tiene que ver con el paradigma de la complejidad, según el cual la realidad organizacional se desenvuelve en un medio interno de relativo desorden, diversidad e incertidumbre, no ordenables desde el exterior. Es decir, coexisten el orden y el desorden en el plano manifiesto y en el plano latente; hay diversidad y variedad como resultado de la interacción de las partes entre sí, y con otros sistemas de su entorno y, como consecuencia se genera la incertidumbre (Etkin y Schvarstein, 1995, pp. 82-83).

Un componente esencial del paradigma de la complejidad, con gran aplicación en los procesos de auto-organización, se refiere al concepto de policausalidad, según el cual la organización funciona en varias dimensiones, cada una con sus propias unidades de medida, determinando la heterogeneidad del sistema; es decir, existe una multiplicidad de causas que explican el funcionamiento del sistema (Etkin y Schvarstein, 1995, pp. 84-85). De igual manera, el concepto de recursividad

es clave en la explicación del funcionamiento de las organizaciones sociales, definido éste como un fenómeno que implica un recomienzo continuo o un ciclo no interrumpido, en el cual no existe un principio o un final físicamente distinguibles; o sea, es un factor de autorregeneración continua del sistema, manteniendo la organización interna (Etkin y Schvarstein, 1995, pp. 87-88).

El sistema social, y en general la organización, es dinámico porque los individuos que lo conforman interactúan entre sí, y es abierto porque el sistema como un todo interactúa con otros sistemas que se encuentran en su medio. Al respecto, Bertalanffy denominó como segregación progresiva al movimiento desde estados más globales o funciones más genéricas, hacia estados con varios subsistemas que cumplen tareas especializadas o particulares (Bertalanffy, 2001, pp. 71-72). Movimiento que podría generar un comportamiento contrario, denominado sistematización progresiva, que es un proceso orientado hacia la totalidad, según los planteamientos de Hall y Fagen, citados por Bertoglio, creando una situación de equilibrio dinámico, que no es un punto sino una banda o intervalo (Bertoglio, 1992, pp. 57-59). Según el paradigma de la complejidad, los desequilibrios se originan en perturbaciones externas aleatorias y en fluctuaciones propias del sistema que definen la dinámica de la organización caracterizada por desequilibrios sucesivos y localizados (Etkin y Schvarstein, 1995, pp. 86-87).

Dentro de la teoría general de sistemas, y en particular los sistemas dinámicos abiertos, existen otros conceptos esenciales en el estudio de la articulación del SNCTI. La viabilidad o permanencia del sistema es un aspecto fundamental de la organización, que puede significar su supervivencia, su transformación o su propia desaparición. El SNCTI es uno de esos sistemas cuyo valor social supera el valor monetario de su corriente de salida, como quiera que la relación tecno-científica internacional, la formación de capital humano, la promoción de una cultura del conocimiento, el apoyo a la investigación básica o la creación de grupos de investigadores, entre otros, representan un valor social que hace que su ciclo de actividad requiera recibir una entrada adicional de recursos, principalmente de origen gubernamental. A este respecto, la pregunta es: ¿Si en el caso colombiano el ciclo de actividad no tiene ese comportamiento, ello es un factor de desarticulación del SNCTI?

Otras ideas fundamentales que pueden ayudar a explicar la articulación del SNCTI se relacionan con los denominados principios hologramático y dialógico, y con los conceptos de invarianza y tensión. El principio hologramático expresa que el todo está en las partes y las

partes reflejan el todo, caso en el cual los componentes tienen la información del todo, como sería el ejemplo clásico del ADN. El principio dialógico plantea que existen diferentes lógicas dentro del sistema, situación que genera distintas dinámicas, incluidos el orden y el desorden. La invarianza, por su parte, se refiere a aquello que permanece invariante en la organización en el largo plazo, aspecto que define la identidad de la misma (Schvarstein, 1998, 424 p.).

La tensión, alude a los conflictos creados dentro del sistema, tensiones que se consideran esenciales para mantener su dinámica permanente. Kuhn (Kuhn, 1982, p. 249) se pregunta si se insiste lo suficiente en la flexibilidad y la imparcialidad para hacer investigación básica, y hace énfasis en que tanto el pensamiento convergente como el divergente son fundamentales para impulsar el avance de la ciencia, porque estos modos de pensar entran inevitablemente en conflicto, requisito básico para obtener una investigación científica de la mejor calidad. Esta reflexión del autor sobre la utilidad de las tensiones en el sistema científico ayuda a explicar el equilibrio dinámico sistémico, razón por la cual la tensión se incluyó entre las variables por estudiar en este proyecto.

Para Callon, las redes tecno-científicas están organizadas alrededor de tres polos: el científico que produce conocimientos certificados, conformado por centros de investigación independientes, públicos y privados, universidades, laboratorios de empresas y otras instancias con actividades afines; el polo técnico, que concibe, diseña y elabora artefactos de uso específico, que está conformado por laboratorios técnicos de las empresas, centros de investigación y plantas piloto, entre otros; y el polo del mercado, conformado por los usuarios que demandan la satisfacción de unas necesidades (Callon, 1991, p. 86). Como se verá en el acápite metodológico, la estratificación considerada para analizar la articulación del SNCTI se aproxima a los polos propuestos por el autor.

Axelrod y Cohen se han centrado en los denominados sistemas complejos adaptativos; los definen como un conjunto de muchos participantes, que interactúan de manera intrincada redefiniendo continuamente su futuro colectivo, proceso en el cual pueden surgir nuevos participantes o nuevas formas de hacer las cosas, o desaparecer unos y otras (Axelrod y Cohen, 1999, pp. xi-xv). El análisis lo enfocan los autores en la interacción, variación y selección, que interrelacionan una serie de conceptos que pueden generar oportunidades y recursos para intervenir y mejorar el desempeño de dichos sistemas; es decir, la complejidad debe ser percibida como una ventaja que debe ser aprovechada.

Barabási y Bonabeu encontraron que muchos sistemas complejos, entre ellos algunos sociales, tienen un número relativamente pequeño de nodos o actores que poseen un altísimo número de interacciones con muchos otros actores, en contraste con la gran mayoría de ellos que tienen unas pocas conexiones (Barabási y Bonabeu, 2003, pp. 52-59). Dichos nodos minoritarios, denominados ejes o centros de actividad, son extraordinariamente importantes por ejercer una acción dominante sobre tales sistemas, los cuales han recibido el nombre de sistemas sin escala (*scale-free networks*). Estos asumen peculiaridades de gran trascendencia, que abren un inmenso potencial de aplicaciones en la mayoría de los campos del conocimiento, como la medicina, los negocios y los computadores, entre otros. En sistemas sociales, las interacciones entre miembros familiares son mucho más fuertes que las conexiones entre conocidos casuales, razón por la cual las enfermedades (y la información) tienen probablemente una mayor dispersión entre los primeros.

#### 4. Objetivos

El objetivo general del estudio se definió en términos de “contribuir al mejoramiento de la eficacia del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación colombiano mediante la evaluación de los problemas actuales de articulación y la proposición de políticas y estrategias, en el nivel nacional”.

Como objetivos específicos se plantearon la caracterización de los actores e intermediarios del SNCTI en relación con su papel dentro del sistema; la identificación de los elementos fundamentales de una articulación apropiada al funcionamiento del SNCTI, con sus correspondientes interacciones; la identificación de una gama de elementos de políticas y estrategias de articulación para el SNCTI, y la determinación, dentro de la gama de elementos de articulación identificados, de aquellos que por sus características posean una mayor potencialidad de integración y sinergia entre los diferentes actores del sistema.

#### 5. Metodología

Dada la carencia de datos secundarios sobre la temática del estudio, se recurrió a la fuente primaria mediante un muestreo estratificado que requirió la clasificación de la heterogénea población de actores del SNCTI en los componentes (estratos) científico-académico, tecnológico, productivo, financiero y facilitador, según su papel dentro del mismo. Por sus características y función dentro del Sistema se decidió encuestar a los tres primeros componentes y hacerles entrevista abierta a los componentes facilitador y financiero.

La muestra determinó una población por encuestar de 54 actores con un nivel de confianza del 90% y una precisión del 0,01. Se diseñó un formulario de encuesta para enviar por correo electrónico, el cual previamente se probó para hacer los ajustes de comprensión y funcionalidad. Con base en la experiencia de estudios basados en encuesta no presencial, se previó una respuesta por cada seis formularios remitidos, razón por la cual se envió un total de 300 formularios. Su remisión se hizo con una carta y un instructivo, labor que se complementó con un seguimiento telefónico a sus destinatarios. Se recibieron 60 formularios diligenciados.

Para la entrevista abierta a actores representativos de los componentes facilitador y financiero se elaboró una guía a la cual se le hicieron las pruebas correspondientes de funcionalidad. Esta misma guía se aplicó a algunos empresarios que no habían sido ni eran clientes de Colciencias, y que por tanto no sabrían de los problemas de articulación, pero podrían expresar conceptos de importancia.

A los formularios diligenciados se les hizo labor de crítica, clasificación y codificación para la conformación de la base de datos en Excel. Se elaboraron los análisis de frecuencia, las matrices y los parámetros de estadística descriptiva correspondientes, de acuerdo con los objetivos. El estudio dispone de los anexos correspondientes.

#### 6. Resultados

El objetivo central de este estudio se focalizó en analizar los problemas actuales de articulación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombiano, SNCTI, con el fin de proponer nuevas políticas y estrategias para mejorar su desempeño. Los principales resultados son los siguientes:

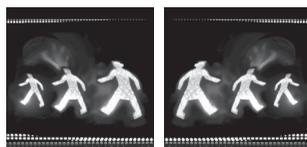
##### 6.1 Caracterización de los actores

El diseño del estudio consideró una caracterización estratégica de los actores del Sistema, para tener una visión general del mismo y sustentar el manejo metodológico de la encuesta. El cuadro 1 contiene una caracterización general de los principales actores del SNCTI. Se destaca que existen otros actores que actualmente no tienen interrelaciones con el SNCTI, pero que en un futuro podrían emerger como actores de un sistema consolidado y fortalecido. Sería el caso del DANE, Icetex, los fondos parafiscales o la Red Colombia Compite, entre otros.

**CUADRO 1. Caracterización de los actores principales del SNCTI**

Componentes y actores	Funciones dentro del SNCTI
<b>Facilitador</b>	
Conpes	Definición institucional de políticas de ciencia, tecnología e innovación.
DNP	Secretaría técnica del Conpes.
Colciencias	Secretaría técnica del SNCTI.
Observatorio de Ciencia y Tecnología	Obtención de información, análisis y producción de indicadores de C y T.
Ministerios	Formulación y coordinación de políticas sectoriales para el SNCTI.
Sena	Promoción del desarrollo tecnológico y procesos innovativos en empresas.
<b>Científico-académico</b>	
Institutos públicos de investigación	Generación de conocimientos para el SNCTI.
Centros de investigación gremiales	Generación de ciencia y tecnología de interés gremial.
Centros de investigación privados	Investigación en áreas específicas del conocimiento
Grupos de investigación	Generación de conocimientos en nichos específicos.
Universidades	Formación de recursos humanos profesional y posgrado.
	Investigación científica y tecnológica.
Institutos universitarios	Formación de recursos humanos de nivel medio.
<b>Tecnológico</b>	
Centros de desarrollo tecnológico	Transferencia de conocimientos y prestación de servicios tecnológicos.
Centros regionales de productividad	Desarrollo de capacidades productivas regionales y articulación de las instancias de su entorno.
Incubadoras de empresas de base tecnológica	Apoyo a nuevos emprendedores de empresas de base tecnológica.
Parques tecnológicos	Organizaciones espaciales que integran capacidades de investigación y prestación de servicios tecnológicos
Institutos tecnológicos	Formación tecnológica de recursos humanos de nivel intermedio
Centros de formación del Sena	Fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas.
<b>Productivo</b>	
Empresas de bienes y servicios	Organizaciones privadas de producción de bienes y servicios económicos.
Gremios de producción y asociaciones empresariales	Organizaciones gremiales de los productores.
Cámaras de Comercio	Promoción, servicios y registro de empresas productivas y comerciales.
<b>Financiero</b>	
Banca de primer piso	Bancos con operaciones directas con los clientes.
Banca de segundo piso	Financieras públicas o privadas, comerciales o de desarrollo con operaciones por medio de bancos de primer piso.
Fondos de capital de riesgo	Capital de inversionistas privados de participación minoritaria y temporal para apoyar empresas o proyectos viables de rentabilidad proporcional a riesgos asumidos.
Fomipyme	Promoción y cofinanciación de proyectos de desarrollo tecnológico y de fomento de las Mipyme.
Fondos internacionales	Recursos externos para ciencia, tecnología o innovación.

Fuente: La autora, con base en información secundaria.



**CUADRO 2. Grado de Conocimiento del SNCTI, según sus componentes y actores**

Componentes / Actores	Grado de conocimiento %			
	Bueno	Regular	Deficiente	Total
<b>Científico y académico</b>	<b>65,38</b>	<b>23,08</b>	<b>11,54</b>	<b>100,00</b>
Centros de investigación	66,66	16,67	16,67	100,00
Grupos de investigación	50,00	35,71	14,29	100,00
Universidades	100,00	0,00	0,00	100,00
<b>Tecnológico</b>	<b>63,64</b>	<b>9,09</b>	<b>27,27</b>	<b>100,00</b>
Centros de desarrollo tecnológico	100,00	0,00	0,00	100,00
Centros regionales de productividad	100,00	0,00	0,00	100,00
Incubadoras de empresas de base tecnológica	50,00	50,00	0,00	100,00
Institutos tecnológicos	25,00	0,00	75,00	100,00
<b>Productivo</b>	<b>26,09</b>	<b>34,78</b>	<b>39,13</b>	<b>100,00</b>
Empresas de bienes y servicios	23,81	33,33	42,86	100,00
Gremios	50,00	50,00	0,00	100,00

Fuente: Cálculos de la autora, según encuesta.

## 6.2 Estado actual de la articulación del SNCTI

La articulación del SNCTI comprende un conjunto de variables que de diversas formas tiene que ver con el estado actual de la articulación del Sistema, según la calificación y opinión de los actores encuestados.

### 6.2.1 Grado de conocimiento del SNCTI

El grado de conocimiento de sus actores sobre el SNCTI es uno de los indicadores más reveladores acerca del grado de articulación del mismo. Los actores encuestados contestaron su propia percepción referente a su grado de información sobre el SNCTI. Los resultados muestran un grado de conocimiento del Sistema relativamente bajo y heterogéneo que va desde bueno (alrededor de las dos terceras partes) por parte de los componentes científico-académico y tecnológico, con una ligera ventaja favorable al primero, y un nivel de conocimiento deficiente relativamente alto (un poco más de la cuarta parte) por parte del segundo.

El resultado atinente al componente productivo es consistente con su baja propensión a la innovación, y por tanto su poca relación con el SNCTI, aunque es posible que no se esperara un desbalance como el mostrado en el cuadro 2. Debe indicarse que el conocimiento integral y preciso del Sistema por parte de los actores tiene un carácter relativo que requiere otros instrumentos metodológicos, no considerados para los propósitos de este estudio. Pero la calificación dada por los actores del Sistema es un indicador interesante del grado de conocimiento que sus propios protagonistas creen tener del mismo.

### 6.2.2 Acciones y actividades relevantes de los actores

La respuesta de los actores acerca de las prioridades de sus acciones y actividades dentro del SNCTI es pertinente para confirmar la importancia asignada a sus responsabilidades dentro del Sistema, y que en un momento dado puede mostrar desviaciones de su misión institucional. La priorización establecida por los actores del componente científico-académico es consistente con sus mandatos institucionales en los cuales la investigación está a cargo principalmente de los centros y grupos de investigación, en tanto que la docencia es la labor esencial de la Universidad para quien la investigación es un soporte fundamental.

Los centros de desarrollo tecnológico tienen coherencia en cuanto al grado de importancia asignado a sus funciones institucionales. Pero no la tienen en lo que respecta a su supuesto aporte a la investigación aplicada o al desarrollo tecnológico, actividades que exigen capital humano, la dotación de instalaciones y equipos y demás facilidades. También es el caso de los centros regionales de productividad, los cuales reportan como actividad principal la consultoría y la divulgación; será necesario confirmar si es un problema de interpretación, o si realmente lo hacen para adquirir recursos económicos, desviando su objetivo institucional.

Las empresas no tienen duda de que su actividad central es la producción de bienes y servicios, descartando cualquier otra actividad como podría ser el desarrollo tecnológico o la prestación de servicios tecnológicos. Ello es explicable porque, con excepción de unas tres empresas, todas las encuestadas eran Pyme, que normalmente no disponen de los recursos o de la capaci-

dad empresarial para emprender acciones más allá de su propio proceso productivo.

La información de los gremios encuestados tiene su propia interpretación. Los gremios de los productores son instancias que no sólo hacen la defensa de sus agremiados, sino que usualmente hacen importantes labores de investigación básica y aplicada y desarrollo tecnológico, actividades que complementan con la capacitación y la prestación de servicios tecnológicos. El cuadro 3 presenta la información correspondiente.

### 6.2.3 Interacciones entre actores

El marco conceptual indica que las interacciones entre los actores de las organizaciones, y de éstas con su entorno, generan diversidad y variedad, en un ambiente de relativo desorden que coexiste con el orden en forma manifiesta y latente. Se trata de componentes esenciales del paradigma de la complejidad, que junto con la policausalidad (múltiples causas), determinan en alto grado la heterogeneidad del sistema, característica que contribuye a explicar su funcionamiento. Los actores encuestados señalaron en orden de importancia las dos organizaciones con las que tenían mayor grado de interacción, lo cual permitió diseñar una matriz de

interacciones con actores reportados como los principales (cuadro 4) y una matriz de interacciones con los actores reportados como secundarios.

La información del cuadro 4 permite sacar varias conclusiones. Primera: los actores del SNCTI se relacionan con un número muy limitado de otros actores del mismo Sistema, situación que denota deficiencias de interacción en el conjunto del mismo; segunda: los actores del componente científico-académico interactúan con actores del mismo perfil y con Colciencias, pero su relación con el sector productivo y con las instituciones tecnológicas de apoyo es prácticamente inexistente; tercera: los actores del componente tecnológico no reportan como actores principales a aquellos pertenecientes al sector productivo y a otros actores naturales que coadyuvan el desempeño de sus respectivas misiones; cuarta: las empresas son las que tienen la mayor diversificación de actores principales, pero su mayor relación es con otras empresas; quinta: contrario a las empresas, los gremios tienen un menor escenario de interacciones, con preferencia a interactuar con otros gremios y sexta: las entidades gubernamentales tienen altos niveles de interacción, aunque debe aclararse que en este estudio dichas entidades agrupan a todas las instituciones en sus diversos órdenes y niveles.

**CUADRO 3. Acciones o actividades relevantes de los componentes y actores del SNCTI.**

Componentes / Actores	Acciones o actividades relevantes (Grado de importancia)								
	Formulación de política	Investigación científica	Investigación aplicada o desarrollo tecnológico	Producción de bienes o servicios	Innovación empresarial	Docencia	Capacitación	Prestación de servicios tecnológicos	Otras *
<b>Científico y académico</b>									
Centros de Investigación		1	2				3		
Grupos de Investigación		1	3			2			
Universidades		2	3			1	4		
<b>Tecnológico</b>									
Centros de desarrollo tecnológico			1		3		4	2	
Centros regionales de productividad					2		3	3	1
Incubadoras de empresas de base tecnológica					1		2		
Institutos tecnológicos			1			3	2		
<b>Productivo</b>									
Empresas de bienes y servicios				1					
Gremios		1	2				3	4	

\* Consultoría en tecnología y divulgación.

Fuente: Cálculos de la autora, según encuesta.

**CUADRO 4. Matriz de interacciones primarias de los actores del SNCTI.**

Componentes / Actores	Actores reportados como interacción principal % *										
	Centros de investigación	Grupos de investigación	Universidades	Institutos tecnológicos	Empresas de bienes y servicios	Gremios y Cámaras de Comercio	Bancos	Colciencias	Entidades Gub.	Sena	Totales
<b>Científico y académico</b>											
Centros de investigación	33,32		16,67			16,67		16,67	16,67		100,00
Grupos de investigación	21,44	7,14	50,00		7,14			7,14	7,14		100,00
Universidades								83,33	16,67		100,00
<b>Tecnológico</b>											
Centros de desarrollo tecnológico						33,33		66,67			100,00
Centros regionales de productividad	50,00							50,00			100,00
Incubadoras de empresas de base tecnológica						50,00		50,00			100,00
Institutos tecnológicos	25,00		25,00						25,00	25,00	100,00
<b>Productivo</b>											
Empresas de bienes y servicios	9,52		9,52	14,29	42,86		4,76	4,76	14,29		100,00
Gremios	50,00					50,00					100,00

\* Porcentaje de actores reportados como interacción principal vs. número de actores encuestados, según cuadro 1.

Fuente: Cálculos de la autora, según encuesta.

### 6.2.4 Frecuencia de las interacciones

El panorama anterior se complementa, en forma consistente, con un estimativo de la frecuencia anual de las interacciones con los actores principales y secundarios de mayor relación en el SNCTI, reportadas por los actores encuestados, como se presenta en el cuadro 5.

La respuesta a esta pregunta implicaba estimar por parte de los encuestados un promedio anual de interacciones, tomando como referencia los cinco últimos años; ello significó algún grado de dificultad, aunque evitaba en cierta medida el efecto estacional. Por esta razón, la información obtenida se debe tomar en el contexto de su magnitud y no en valor exacto, como un indicador general del grado de frecuencia de las interacciones del SNCTI. Intuitivamente, sin tener patrones de comparación, se debe decir que sus valores son tan bajos, que durante el proceso de crítica de la encuesta fue necesario hacer contacto directo con varios de los actores encuestados para constatar sus respuestas.

### 6.2.5 Requerimiento de nuevas interacciones

Se consideró importante preguntarle a los encuestados: ¿Con qué organización(es) debería tener interacciones, pero actualmente no las tiene?, como una medida de la necesidad que tendrían los actores de mejorar sus

niveles de interacción; indicador, además, de su posible interés por preservar la viabilidad o permanencia del SNCTI.

Los resultados indican que las entidades gubernamentales (siendo las más mencionadas los ministerios respectivos y el DNP), los centros de investigación y las universidades internacionales, Colciencias, las entidades financieras, las empresas de bienes y servicios y las universidades colombianas, en su orden, son los actores del SNCTI más solicitados para establecer interacciones por parte de otros actores del Sistema. Véase el cuadro 6.

Resultados interesantes, como quiera que a pesar de la percepción de que hay factores de inmovilismo en el SNCTI, existen indicadores que alientan la expectativa de tener un mayor grado de interacciones en el Sistema y de éste con su entorno, de tal modo que se establezca un equilibrio dinámico que coadyuve la permanencia del SNCTI. Este comportamiento es una de las características más notables de los denominados sistemas complejos adaptativos.

Un análisis detallado de las demandas de nuevas interacciones por parte de los componentes y actores del Sistema indica que las universidades quieren mejorar sus interacciones, pero conservan su tendencia a hacerlo con otras instituciones del mismo perfil académico.

**CUADRO 5. Total anual de interacciones reportadas con los dos actores de mayor relacionamiento**

Clase de interacciones	Interacciones con actor principal		Interacciones con actor secundario	
	Promedio anual	%	Promedio anual	%
Desarrollo de proyectos conjuntos	88	13,81	85	20,24
Proyectos contratados	43	6,75	32	7,62
Manejo de información	83	13,03	53	12,62
Asesorías especializadas	69	10,83	43	10,24
Financiación	60	9,42	19	4,52
Intercambio de capital humano	45	7,06	27	6,43
Servicios tecnológicos	43	6,75	32	7,62
Facilitación de instalaciones o laboratorios	52	8,16	25	5,95
Seminarios técnicos	41	6,44	33	7,86
Reuniones temáticas	88	13,81	53	12,62
Convenios de cooperación	22	3,45	17	4,05
Otras	3	0,47	1	0,24
<b>Total</b>	<b>637</b>	<b>100,00</b>	<b>420</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Cálculos de la autora, según encuesta.

**CUADRO 6. Actores más solicitados para mejorar la articulación del SNCTI.**

Componentes / Actores	ACTORES SOLICITADOS (Menciones)									
	Colciencias	Entidades financieras	Centros y universidades intern.	Incubadoras	Empresas	Entidades Gub. *	Institutos tecnológicos	Universidades	Centros de investigación	Gremios
<b>Científico y académico</b>										
Centros de investigación	2	1						1		1
Grupos de investigación	2	1	6		3	6		2	2	1
Universidades	2		1						1	
<b>Tecnológico</b>										
Centros de desarrollo tecnológico						2		2		
Centros regionales de productividad				1		1				
Incubadoras de empresas de base tecnológica		2	1			1				
Institutos tecnológicos		1				4				
<b>Productivo</b>										
Empresas de bienes y servicios	2	2	6		4	2	1	2		
Gremios	1								1	
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

\* Los más mencionados: Ministerios y DNP.

Fuente: Cálculos de la autora, según encuesta.

No así los grupos de investigación que se muestran más abiertos a interrelacionarse con instancias similares, principalmente del entorno internacional, así como con el sector productivo y los entes gubernamentales, actitud seguida, en forma más restringida, por los centros de investigación. El componente

tecnológico, por su parte, no encontraría necesario ampliar sus vínculos, soslayando de nuevo al sector productivo, y este último, considera la posibilidad de mejorar su interacción con universidades colombianas y extranjeras y con centros de investigación, entre otros.

### 6.3 Elementos fundamentales y estrategias para articular el SNCTI

Este estudio consideró interesante consultar directamente a los actores sobre cuáles serían los elementos fundamentales que, en su concepto, ayudarían a articular al SNCTI y cuáles las estrategias para alcanzar dicho fin, priorizando las respuestas.

#### 6.3.1 Elementos fundamentales para articular el SNCTI

Se pusieron en consideración de los encuestados cinco elementos que, de acuerdo con varios diagnósticos y con el criterio de la investigadora, podrían ser fundamentales para lograr una mejor articulación del SNCTI, pero se dejó abierta la pregunta para que los actores encuestados agregaran respuestas diferentes. Además, en el diseño y prueba del formulario ya se había observado que tales elementos fundamentales podrían ser la base de la respectiva pregunta. El cuadro 7 presenta la priorización dada por los actores a las acciones fundamentales que podrían, en su concepto, ampliar y dinamizar la articulación del SNCTI.

Como se deduce de la información contenida en el cuadro 7, la formulación de una “política concertada

de ciencia, tecnología e innovación de mayor impacto” es la acción fundamental que, en concepto de sus propios actores, tiene la mayor efectividad en la articulación del SNCTI. Es decir, el SNCTI es una organización que, como todo sistema, requiere unos lineamientos políticos esenciales que correspondan a una visión compartida, que genere sus propias interacciones internas y externas para promover y orientar su desempeño en forma coherente.

Como segunda acción, los actores señalaron “incrementar los recursos del SNCTI según parámetros internacionales”, respuesta consistente con el hecho de que el país históricamente no ha dado los recursos necesarios a la ciencia, la tecnología y la innovación, aunque en el discurso se reclamen mejores resultados en materia de productividad y competitividad. Los recursos asignados son inferiores, incluso a los de países de menor desarrollo y, más aún, a los de naciones con los cuales se quiere competir o emular en su desarrollo. Situación que se agrava por el hecho de que la deficiente articulación del SNCTI no permite una aplicación coordinada de sus limitados recursos.

Como tercera acción, aparece “mayor interacción entre los actores del SNCTI en el nivel nacional”, ratificando así que la interrelación en el Sistema es muy baja y

**CUADRO 7. Principales elementos fundamentales de articulación del SNCTI, según percepción de los actores.**

Componentes / Actores	Elementos fundamentales de articulación (Orden de importancia)					
	Formular política concertada	Incrementar recursos	Fortalecer marco político	Mayor interacción nacional	Mayor interacción internacional	Otros
<b>Científico y académico</b>						
Centros de investigación	1	2	5	3	4	6
Grupos de investigación	1	2	5	3	4	6
Universidades	2	3	4	1	5	6
<b>Tecnológico</b>						
Centros de desarrollo tecnológico	1	2	4	3	5	6
Centros regionales de productividad	3	1	5	2	4	6
Incubadoras de empresas de base tecnológica	2	1	4	3	5	6
Institutos tecnológicos	1	3	2	4	5	6
<b>Productivo</b>						
Empresas de bienes y servicios	4	1	3	2	5	6
Gremios	1	5	3	2	4	6
<b>Prioridad *</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

\* Basada en las sumatorias del orden de importancia.  
Fuente: Cálculos de la autora, según encuesta.

que existe preocupación entre sus instancias por este hecho. En cuarto lugar, los encuestados mencionan el fortalecimiento del marco político, indicando de esta manera que, aunque el SNCTI dispone de un marco legal, hay vacíos que deben ser evaluados para tomar los correctivos pertinentes.

### 6.3.2 Estrategias para mejorar la articulación

En el nivel de las estrategias, los resultados de la consulta a los actores proponen soluciones importantes que podrían mejorar la articulación del SNCTI. La primera de ellas se relaciona con la cofinanciación de proyectos, lo cual implica algún grado de subsidio, en los diferentes componentes (científico-académico, tecnológico y productivo) del Sistema, propuesta que se complementa con la financiación de proyectos conjuntos (mencionada en tercer lugar), estrategia que tiene la gran ventaja de articular actores alrededor de propuestas concretas. Estas sugerencias de los encuestados son coherentes con lo arriba expresado en el sentido

de que el SNCTI es un ente con escasos recursos para funcionar adecuadamente (véase cuadro 8).

Como segunda estrategia se plantea la necesidad de fortalecer los grupos y las redes de investigación. Aunque su clasificación dentro del rango de estrategias estuvo sustentada básicamente por el componente científico-académico, debe recordarse que los grupos y las redes han logrado en los últimos años dinamizar significativamente el trabajo científico en el nivel mundial, razón por la cual el estímulo a su conformación y consolidación es una tendencia internacional. Esta estrategia es consistente con el apoyo a la formación de capital humano, una de las falencias más cruciales del SNCTI, señalada reiteradamente por Forero (Forero, 2000, pp. 8-10).

Otras estrategias propuestas, con menor rango de calificación, pero no menos importantes, tienen que ver con una mejor alineación de las necesidades con la oferta de servicios, y con el incremento de los convenios de cooperación, expresiones éstas indicativas de la

**CUADRO 8. Principales estrategias para articular el SNCTI, según percepción de los actores.**

Componentes / Actores	Principales estrategias (Orden de importancia)									
	Cofinanciar proyectos	Realizar eventos de integración	Financiar proyectos conjuntos	Fortalecer grupos y redes	Crear espacios de interacción	Incrementar convenios de cooperación	Apoyar formación de capital humano	Establecer mecanismos de coordinación presupuestal	Alinear las necesidades con la oferta de servicios	Otras
<b>Científico y académico</b>										
Centros de investigación	6	5	3	1	4	7	2	9	8	10
Grupos de investigación	3	8	4	1	9	5	2	7	6	10
Universidades	2	8	5	1	7	6	3	9	4	10
<b>Tecnológico</b>										
Centros de desarrollo tecnológico	1	9	4	2	7	5	3	8	6	10
Centros regionales de productividad	2	8	6	5	9	4	7	1	3	10
Incubadoras de empresas de base tecnológica	1	8	2	4	7	3	5	9	6	10
Institutos tecnológicos	2	7	3	9	4	6	5	8	1	10
<b>Productivo</b>										
Empresas de bienes y servicios	1	7	2	5	8	4	9	6	3	10
Gremios	3	4	6	7	2	5	1	8	9	10
<b>Prioridad *</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>10</b>

\* Basada en las sumatorias del orden de importancia.

Fuente: Cálculos de la autora, según encuesta.

urgencia de mejorar las interacciones del SNCTI para articular la gran cantidad y variedad de instancias que lo conforman.

El presente trabajo también abordó otros temas como la frecuencia de las interacciones, el tipo de formalidad en las interacciones de los actores principales, el grado de interacción entre los actores secundarios, y la clase de tensiones dentro del Sistema, aspectos que pueden consultarse en la referencia correspondiente (Monroy, 2004, 101 p.).

## 7. Conclusiones y recomendaciones

- Existe un bajo grado de articulación en el SNCTI resultante de las múltiples dificultades que afectan su funcionamiento, como la carencia de una visión de largo plazo, la falta de políticas concertadas, el débil apoyo del Estado, el deterioro de su capital humano y la falta de recursos económicos, entre otros. Por tanto, es necesario reconocer que conceptual y funcionalmente el SNCTI es una organización social abierta compleja, dinámica y hologramática, compuesta de muchos actores independientes, que interactúan con diferentes lógicas en distintas dimensiones, con adaptación a los cambios endógenos y exógenos. Para ello, se debe convocar a todos sus actores para emprender una acción colectiva, que construya un verdadero sistema interactivo, de acuerdo con sus respectivas misiones institucionales.
- El SNCTI tiene un componente orientador, denominado aquí como facilitador, cuyos actores no lo interpretan adecuadamente, no tienen unidad de criterio, y no presentan resultados en la solución de los problemas que históricamente lo han afectado. Dispone además, de los componentes científico-académico, tecnológico y productivo, con gran potencial, pero con bajos niveles de interacción que impiden generar y canalizar los efectos sinérgicos de una acción conjunta, dentro de una conceptualización sistémica; y un componente financiero con entidades de carácter público y de la banca privada, que están literalmente ausentes del SNCTI. Por lo anterior, los diferentes actores del componente facilitador deben ampliar sus criterios y diagnósticos, así como compartirlos y compatibilizarlos, con el objetivo de impulsar la revisión participativa del SNCTI en el propósito de optimizar el funcionamiento del Sistema. Esta acción le permitirá a tales actores demostrar, y eventualmente consolidar, su liderazgo, pero ello no debe significar soluciones “aplicadas” desde lo alto, con el tradicional sesgo gubernamental.
- Hay un nivel de conocimiento relativamente bajo y asimétrico del SNCTI por parte de sus actores. El mayor grado de información lo tienen los actores de los componentes científico-académico y tecnológico, en contraste con el menor conocimiento del componente productivo y el desconocimiento crítico del sector financiero privado. Este conocimiento heterogéneo y deficiente explica en gran parte la desarticulación del Sistema. Por ello, es indispensable ilustrar a los actores del SNCTI en los conceptos esenciales relativos a las organizaciones sociales, la teoría de sistemas y demás aspectos institucionales que fundamentan la existencia y el funcionamiento de una organización como el SNCTI.
- Aunque los actores del Sistema están desempeñando actividades que corresponden a sus respectivas misiones, ello no significa que las estén interpretando en un contexto sistémico como organización social. Caso especial es la universidad colombiana, llamada a desempeñar un papel mucho más determinante en la generación del conocimiento y su aplicación, misión que requiere liderazgo e iniciativa para interactuar con otras organizaciones indispensables para el cumplimiento adecuado de su labor. Es importante revisar si los centros de desarrollo tecnológico disponen de los medios adecuados para realizar investigación aplicada o desarrollo tecnológico en el nivel requerido. Caso contrario, su actividad debería estar centrada en la prestación de servicios tecnológicos mediante una labor programática de transferencia de tecnología. Un análisis similar debe hacerse con los centros regionales de productividad, los cuales, al parecer, han desviado parte de sus acciones hacia la consultoría. Por su parte, las empresas de bienes y servicios centran todas sus actividades en el proceso productivo, sin reportar acciones en el campo del desarrollo tecnológico.
- Las relaciones entre los actores del SNCTI son bastante limitadas, lo cual indica un bajo nivel de interacciones dentro del Sistema. Los actores del componente científico-académico interactúan básicamente con actores de su mismo perfil, pero tienen poca interacción con los componentes productivo y tecnológico. Este último componente también tiene deficiente interacción con las empresas, en tanto que éstas reportan la mayor diversidad de relaciones con diversos actores del Sistema, principalmente con otras empresas. El componente financiero interactúa muy poco, y prácticamente está desconectado del Sistema.
- Los actores del SNCTI consideran necesario ampliar sus relaciones con otros actores, entre los



cuales sobresalen las entidades del orden gubernamental (principalmente ministerios y el DNP), los centros de investigación y las universidades internacionales, Colciencias, las entidades financieras, las empresas de bienes y servicios y la universidad colombiana, en su orden. No obstante, cabe destacar que la universidad continuaría con tendencia histórica a relacionarse con otros actores del mismo perfil; los grupos de investigación intentarían ser más abiertos a interactuar con instancias internacionales, así como con las empresas y los entes gubernamentales, comportamiento que seguirían los centros de investigación, aunque en forma más limitada. Por su parte, el componente tecnológico no está pensando en el sector productivo, y éste aspiraría a tener mejor interacción con las universidades colombianas y extranjeras y con los centros de investigación.

- Por lo anteriormente mencionado, el SNCTI debe ser un escenario para que sus actores analicen y revisen el cumplimiento de sus respectivas misiones, a la luz de los más caros intereses de la sociedad. A este respecto, la universidad y demás instituciones de investigación deberán abandonar su relativo aislamiento para convertirse en ejes articuladores clave; los grupos de investigación, continuar en su proceso de consolidación; las instituciones tecnológicas, centrar su acción en la prestación de servicios tecnológicos mediante una programación selectiva de transferencia de tecnología; el sector productivo, entrar de lleno en la sociedad del conocimiento para poder competir exitosamente; el sector financiero, apoyar decididamente los procesos de innovación, y los actores del componente facilitador, cumplir a cabalidad con su verdadera función.
- La formulación concertada de una política de ciencia, tecnología e innovación de gran impacto, el in-

cremento de los recursos del SNCTI según parámetros internacionales y el impulso hacia una mayor interacción entre los actores nacionales del SNCTI, son los elementos propuestos por sus actores como fundamentales para mejorar la articulación del Sistema. La formulación de esa política deberá hacerse mediante una construcción colectiva, en un proceso participativo de todos sus actores.

- Estrategias tales como la cofinanciación de proyectos, el fortalecimiento de los grupos y las redes de investigación, la financiación de proyectos conjuntos y la formación de recursos humanos, en su orden, son consideradas por los actores del SNCTI como las más importantes para mejorar su articulación. Estas estrategias, por su carácter colectivo, reflejan una vez más la preocupación de los actores del Sistema por dejar su aislamiento y hacer una labor más interactiva.
- Se debe impulsar de manera decidida e inmediata la recomposición y formación del capital humano, tomando como referencia parámetros internacionales, no solamente para sustentar los programas de ciencia y tecnología del país de los diferentes actores del SNCTI, sino para apoyar las acciones interactivas con el sector productivo, enfrentado a la competencia más asimétrica e intensa en la historia económica mundial de las últimas décadas.
- Es impostergable la asignación al SNCTI de los recursos económicos necesarios para que el país pueda tener un verdadero SNCTI, que le permita cumplir con el propósito de formar parte de la sociedad del conocimiento, y competir económicamente en el escenario internacional, en aras de mejores niveles de bienestar general.
- Es cada vez más crucial promover la inserción del SNCTI dentro del entorno internacional, para ampliar su visión, apropiarse de desarrollos científicos y tecnológicos aplicables en el país, promover el intercambio y facilitar la necesaria articulación con esta instancia. Es incomprensible que el país pretenda competir en la economía planetaria, con un sistema que opera principalmente en el ámbito nacional.
- Se requiere estimular con diferentes estrategias las interacciones actuales y potenciales entre los actores del Sistema. Aunque el bajo nivel de interacción se puede considerar como un efecto y no una causa del deficiente funcionamiento del SNCTI, el estímulo para una mejor relación entre los actores tendrá resultados muy positivos en la dinamización del Sistema.

- Se debe proceder a ampliar o modificar, si los análisis así lo indican, las disposiciones legales que propendan por facilitar y promover proactivamente el adecuado funcionamiento del SNCTI. Ello debe hacerse conforme un marco conceptual sólidamente estructurado, tomando como referencia política el mandato constitucional en sus Artículos 70 y 71.
- Será en gran manera conveniente que la academia considere y estimule nuevos estudios sobre el funcionamiento del SNCTI, como quiera que sus resultados serán de gran beneficio general para el Sistema y el país. Los análisis desde la academia pueden enriquecer los trabajos llevados a cabo o promovidos por quienes tienen a cargo la función orientadora del Sistema.

## Referencias bibliográficas

- Arocena, Rodrigo & Sutz, Judith. (1999). Mirando los sistemas nacionales de innovación desde el sur. Trabajo presentado en la Conferencia "Sistemas Nacionales de Innovación, Dinámica Industrial y Políticas de Innovación", organizado por la Danish Research Unit on Industrial Dynamics (DRUID) en Rebild, Dinamarca, 9-12 de junio de 1999. 18 p.
- Barabási, Albert-László & Bonabeu, Eric (2003). *Scale-Free Networks*, Scientific American 288(5), pp. 50-59.
- Bertalanffy, Ludwig von (2001). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica. 311 p.
- Bertoglio, Oscar Johansen (1992). *Anatomía de la empresa: una teoría general de las organizaciones sociales*. México: Limusa. 241 p.
- Callon, Michel (1991). Redes tecno-económicas e irreversibilidad. *Redes*, revista de Estudios Sociales de la Ciencia 8(7), 38 p.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, Conpes (2000). Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002, documento Conpes No. 3080 de junio 28.
- Etkin, Jorge y Schvarstein, Leonardo (1995). *Identidad de las organizaciones: invarianza y cambio*. Buenos Aires: Paidós. 331 p.
- Forero, Clemente (2000). De la trampa al desarrollo endógeno: limitaciones y potencial de la comunidad científica colombiana. *Revista Colombia, ciencia y tecnología* 18(4), 3-11, Bogotá: pp. 8 y 10.
- Gell-Mann, Murray (1996). *El Quark y el Jaguar: aventuras en lo simple y lo complejo*. Barcelona: Tusquets. 413 p.
- Kuhn, Thomas (1982). La tensión esencial. *Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica. 380 p.
- Monroy, Sonia (2004). Nuevas políticas y estrategias de articulación del Sistema de Ciencia, tecnología e innovación colombiano. Bogotá, 2004, 101 p. Tesis de grado (Maestría en Administración). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas.
- Morin, Edgar (1999). *El método. La naturaleza de la naturaleza*, 5ª. ed. Ana Sánchez y Dora Sánchez García, traductoras. Madrid: Gráficas Rógar. 448 p.
- Sanz Menéndez, Luis (2003). Análisis de redes sociales o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de ciencia y tecnología*, No. 7, junio, 21-29, 8 p.
- Schvarstein, Leonardo (1998). *Diseño de organizaciones: tensiones y paradojas*. Buenos Aires: Paidós. 424 p.

