



EL SISTEMA DE INNOVACIÓN COLOMBIANO: FUNDAMENTOS, DINÁMICAS Y AVATARES

Colombian innovation system: Foundations, Dynamics and Avatars

Andrés Felipe Oquendo Gómez*

Carlos Alberto Acevedo Álvarez**

Resumen: en el presente artículo se examina el estado actual del Sistema Nacional de Innovación colombiano (SNCTI) a partir de su conceptualización, la definición de actores, estructura, dinámicas, e indicadores de desempeño. Igualmente se hace una descripción de la evolución que se ha tenido del mismo, desde la ley 29 de 1990 que configuró el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCYT), hasta la ley 1286 de 2009, donde se da el nuevo marco en que el SNCYT y el SNCTI se fusionan; lo anterior acompañado de una descripción de los avances, debilidades y propuestas de mejora al sistema -SNCTI-. En este sentido, la primera parte del artículo se dedica a brindar un marco conceptual con base en el desarrollo histórico de las relaciones ciencia-política y su conceptualización en los años ochenta del

siglo XX desde una perspectiva latinoamericana, mientras que la segunda parte del artículo describe el sistema, su estructura, actores, relaciones, y el desarrollo del mismo en el país, revelando sus fortalezas, progresos y debilidades.

Palabras Clave: desarrollo, competitividad, Sistema Nacional de Innovación, gobernanza, Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación colombiano.

Abstract: this article examines the current state of the Colombian National Innovation System (SNCTI) from its general conceptualization, definition of actors, structure, dynamics, and performance indicators. Also includes a description of the changes that have been the same since the law 29 of 1990 which created the National System of Science and Technology (SNCYT) to the law 1286 of 2009, which gives the new framework in which the SNCTI and SNCYT merge, the above plus a description of progress, weaknesses and suggestions for improvements to the system-SNCTI. In this sense, the first part of the article is dedicated to providing a conceptual framework based

*Especialista en Gestión Tecnológica – Instituto Tecnológico Metropolitano.
e-mail: oquendo710@yahoo.com

**Mecánico-Universidad de Antioquia. Especialista en Gerencia de Mantenimiento-Universidad de Antioquia. Especialista en combustibles gaseosos. Universidad de Antioquia. DEA en Estudios en Ciencia y Tecnología y Gestión de la Innovación Tecnológica (Convenio ITM – UPV).e-mail: carlosacevedo@itm.edu.co

Fecha de recepción: 25 de enero de 2012

Fecha de aceptación: 13 de junio de 2012

on the historical development of science-policy relations and its conceptualization in the eighties of the twentieth century, from a Latin American perspective, while the second part of article describes the system, structure, actors, relationships, and its development in the country, revealing their strengths, weaknesses and progress.

Keywords: development, competitiveness, Colombian national innovation system, governance, national science system, technology and innovation.

INTRODUCCIÓN

A partir de la Segunda Guerra Mundial hasta nuestros días, muchas cosas han cambiado en el panorama económico, social, político, cultural y científico del mundo. En particular, la vinculación cada vez más estrecha entre ciencia y política, expresada de manera ejemplar en el uso militar del conocimiento tecnocientífico¹, que propició un giro hacia el uso intensivo de la investigación para fines económicos, desatando un crecimiento acelerado de los países del llamado mundo «desarrollado», y ampliando así la brecha que los separa de los países tercermundistas². Es un hecho indiscutible: la ciencia se ha politizado (Palacio, 2009), y en ese acercamiento al universo político, se ha hecho más imprescindible para todos los países que tengan el crecimiento, el desarrollo y el bienestar como objetivo de sus actividades.

El concepto «desarrollo» es un término relacional, es decir, se define siempre en relación con el significado de

¹ Aunque los canales de comunicación no sean del todo perfectos en su modo de operar, hoy suele darse un flujo de información en ambos sentidos entre la ciencia y la tecnología a través del continuo I+D (o al revés, D+I, como cada vez viene sucediendo más desde finales del siglo XX). Para esta nueva alianza entre la ciencia y la tecnología, podría pensarse ¿qué puede ser mejor que una tecnociencia? Sin embargo, aunque la distinción entre la ciencia y la tecnología pueda ser mucho más difícil en el presente, aún es posible discernir entre ellas, incluso en aquellos casos donde ambas forman parte de un mismo proyecto.

² El concepto de país tercermundista tiene su origen en la antigua división del mundo entre el occidente capitalista (primer mundo) y el bloque socialista (segundo mundo), considerándose como países del tercer mundo a aquellos que no pertenecían a alguno de los campos en disputa. Hoy día se usa en relación con los países subdesarrollados o en vías de desarrollo, preferentemente dentro de las teorías del desarrollo y de la dependencia.

su opuesto, significado históricamente variable (Arocena y Sutz, 2001). Esto porque los motores económicos del desarrollo están en constante transformación. Así, como indican Arocena y Sutz (2001), en la época industrial la línea divisoria entre países desarrollados y subdesarrollados pasaba por la inserción rápida de aquellos en las nuevas técnicas industriales y sus efectos en todos los órdenes, mientras que los segundos se mantuvieron en las tradicionales formas de producción agrícola. Hoy, como argumentan estos mismos autores, en la «economía del conocimiento»³, la línea divisoria entre países pasa por el aprendizaje y uno de sus insumos: la innovación. De ahí que los países desarrollados sean, precisamente, aquellos que poseen un elevado nivel en cobertura, calidad, intensidad y uso creativo del aprendizaje, frente a los subdesarrollados, en los cuales se haya ausente o existe en proporciones muy ínfimas. Digámoslo claramente: la divisoria de los países en nuestros días es la «divisoria del aprendizaje» (Arocena y Sutz, 2001).

De lo anterior se concluye que el desarrollo, entendido como transformación social integral⁴, se encuentra entrelazado al aprendizaje, y que este resulta prioritario para cerrar la brecha que separa a los países ricos de los pobres. Para decirlo de otra manera, el crecimiento económico, que implica siempre la competitividad, y como efecto el bienestar social, hace que sea tomada en serio la idea de que estamos en una época donde prima la «economía del conocimiento», donde los países que triunfan son aquellos que invierten fuertemente en ciencia,

³ La noción de «economía del conocimiento» hace referencia a la importancia de este como factor de producción, que supera la estrecha concepción de la economía clásica, centrada en las materias primas, la fuerza de trabajo (barata) y el capital. El conocimiento como base intelectual de la producción deviene el factor esencial en nuestra era tecnológica, en que la ventaja competitiva de las naciones depende, en buena medida, de su capital humano, la inversión en ciencia, tecnología e innovación y la capacidad de aprendizaje.

⁴ Este término lo rescatan Arocena y Sutz (2001) de las «teorías del desarrollo» que, desde mediados del siglo pasado y hasta los ochentas, tuvieron un importante auge y recepción en los países «periféricos», concepto que intentaba superar su estrecho significado inicial de simple crecimiento económico. Como correlativos del mismo, los autores señalan el de Amartya Sen (2000, citado en Arocena y Sutz, 2001), «desarrollo como expansión de las libertades» y, al final de su trabajo, amplían el mismo hasta definir la agenda de un Sistema de Innovación Nacional (SNI) como la agenda de un «desarrollo humano autosustentable» (Arocena y Sutz, 2001).

tecnología, investigación y desarrollo, y que explotan estos conocimientos al aplicarlos a la esfera productiva, esto es, los países que aprenden y que innovan. Al respecto afirman Lundvall y Johnson (1994: 26, citados por Arocena y Sutz, 2001):

Vemos a las economías capitalistas del Primer Mundo contemporáneo no solo como economías basadas en el conocimiento sino también como 'economías del aprendizaje' [*learning economies*]. En cierto modo, todas las economías son economías del aprendizaje, en el sentido de que la vida económica siempre constituye una base para ciertos procesos de aprendizaje interactivo, que dan lugar a la producción e introducción de nuevo conocimiento. Pero en la economía moderna del aprendizaje, el cambio técnico y organizacional ha devenido crecientemente endógeno. Los procesos de aprendizaje han sido institucionalizados y circuitos de retroalimentación para la acumulación de conocimientos han sido incorporados de modo que la economía en su conjunto, incluyendo tanto la esfera de la producción como la del consumo, 'aprende haciendo' y 'aprende usando'.

SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN (SNIs). LA RESPUESTA AL DESAFÍO DEL DESARROLLO

Al panorama anteriormente esbozado es preciso añadirle un elemento más: la globalización de la economía. Desde la última década del siglo pasado hasta nuestros días hemos asistido a una apertura y expansión de los mercados llegando a la integración de los mismos en un único y unificado mercado mundial, en el cual, para competir, permanecer, crecer, ampliar las fronteras y triunfar, las empresas y naciones deben mantenerse en un estado permanente de transformación; tienen que innovar constantemente, desarrollarse técnica, tecnológica y científicamente, añadir valor agregado a sus productos, especialmente valor agregado de carácter tecnológico.

No todos los países y empresas han logrado enfrentar este reto de manera satisfactoria; la misma apertura económica

no ha redundado necesariamente en una superación de las desigualdades tradicionales. A los países subdesarrollados las transformaciones de la economía mundial los ha tomado en un estado de indefensión por falta de planificación, y una cultura científico-tecnológica bastante pobre, la cual se ve reflejada en el bajo grado de innovación que empresas como las de nuestro país poseen en la actualidad. Al respecto afirma Rafael Vesga (2008), en una cita que por su importancia aludo de manera extendida:

Las empresas colombianas presentan una baja propensión a innovar. La segunda encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, realizada en el año 2004, la cual cubrió una muestra de 6.172 empresas manufactureras en el país, clasificó las empresas en 6 grupos: innovadoras radicales, innovadoras incrementales, innovadoras organizacionales y comerciales, adecuadas tecnológicamente sin innovación y no innovadoras. El criterio que permite clasificar una empresa como innovadora radical en esta encuesta es benévolo en comparación con los estándares internacionales, pues para estar en esta categoría una empresa solamente debe haber desarrollado un producto nuevo o haber invertido en patentes o licencias (no tiene que haber desarrollado una innovación radical en los términos en que la define la literatura). Sin embargo, de acuerdo con la encuesta, solamente el 8,3% de las empresas manufactureras colombianas podían entrar en esta clasificación.

El siguiente grupo, el de las innovadoras incrementales, solamente requería haber desarrollado una mejora o haber invertido en temas como el desarrollo de procesos de calidad. Este criterio está lejos de una definición de innovación en términos internacionales, pero aún así, este grupo solamente incluye un 17% del total de la muestra.

En suma, solamente el 8,3% de las empresas manufactureras en el país afirma haber invertido en patentes y licencias que hayan sido utilizadas para el desarrollo de productos. Es un porcentaje muy bajo, que revela la reducida prioridad que tiene el desarrollo de propuestas nuevas de producto dentro de la estrategia de las empresas en nuestro país (p.9).

De la doble realidad de la relación ciencia-política-crecimiento⁵ por una parte, y de la necesidad de aumentar la competitividad⁶ de países y empresas, por la otra, ha emergido la noción de Sistemas Nacionales de Innovación (SNIs), como concepto y guía para el establecimiento de políticas que tengan como mira la competitividad⁷, el crecimiento y desarrollo social integral.

El uso de la expresión «Sistema Nacional de Innovación», se remonta a la década de los ochentas del siglo pasado, y su primera aparición la encontramos en los trabajos de Freeman (1987 citado por Arocena y Sutz, 2001) y otros autores, trabajos estos relacionados principalmente, con las transformaciones operadas en los países del norte, en especial los nórdicos, y en el caso de Freeman, del Japón.

Dos son las características que en sus primeros usos tuvo el término (Arocena y Sutz, 2001): su carácter sistémico y el enfoque de relación usuario-productor (oferta-demanda).

El carácter sistémico alude a la manera en que todos los elementos se relacionan e interactúan de manera constante y dinámica: las empresas están constantemente transformándose, los ingenieros, con una excelente

⁵ Esta idea de la relación ciencia-política-crecimiento es el resultado del desarrollo histórico concreto: de la implicación de la ciencia, particularmente la física y la química, durante la Segunda Guerra Mundial, que desembocó en el proyecto Manhattan y la creación de la bomba atómica. A partir de la victoria militar norteamericana, la ciencia como asunto prioritario de política se desplazó hacia el campo de la construcción de la paz, entendida como el resultado del desarrollo económico. De esta manera, la ciencia devino un asunto de Estado, esto es, de política, centrada con el paso del tiempo, en su contribución al crecimiento económico (Albornoz, 2004).

⁶ El concepto de competitividad puede definirse, esquemáticamente, como «... la obtención de ventajas en calidad y diseño -competitividad en diferenciación- de una parte, y costo -competitividad en precio-, de otra» (Montenegro, 2010)

⁷ La competitividad es definida por el Foro Económico Mundial como «el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan la productividad de un país» (Bonilla, M. y Martínez, M. 2009). El término hace alusión a la totalidad de los factores de tipo institucional, políticas públicas, económicos, culturales y de actores que condicionan la capacidad de producción de un país en un momento específico del tiempo. Según su informe 2010-2011 (*World Economic Forum* 2011: 130), Colombia se ubica en el puesto 68 de 139 países en el índice de competitividad global, habiendo subido 6 puestos, pero manteniéndose en una posición débil, con un puntaje de 4.1 sobre 7. Por desglose, los indicadores ubican a Colombia en el puesto 78 en requerimientos básicos (instituciones, infraestructura, entorno macroeconómico, salud y educación primaria); en el puesto 70 en potenciadores en la eficiencia (educación superior y capacitación, eficiencia del mercado de bienes, eficiencia del mercado laboral, desarrollo del sistema financiero, preparación tecnológica, tamaño del mercado); y en el puesto 61 en innovación y factores de sofisticación (sofisticación de los negocios, innovación).

preparación en ciencias básicas, logran pasar rápidamente de una esfera de actividades a otra, los trabajadores conocen bien las diversas operaciones de la producción, la información, impulsada por entidades estatales, fluye constantemente, permitiendo el encuentro de las firmas innovadoras con los centros de investigación públicos y privados, entre otros. Es decir, su dimensión sistémica alude a que cada una de las partes funciona en constante relación con las demás, no de manera aislada, permitiendo así que el avance en la mejora técnica sea correlativo a todas las esferas, agentes y agencias.

En cuanto al enfoque usuario-productor, también denominado «circuito innovativo» (Arocena y Sutz, 2001), hace referencia al encuentro entre las necesidades del demandante (en este caso la empresa que tiene un problema y/o necesidad que implica innovación de tipo tecnológico) y la institución, que posee los conocimientos necesarios para la solución del mismo (centros de investigación públicos o privados, universidades, grupos de investigación, firmas consultoras, entre otras), a lo cual se le añade un proceso adicional: el «proceso de aprendizaje». Dicho en otros términos: una empresa o firma tiene un problema relativo a la necesidad de mejorar la calidad de un producto o producir uno nuevo, o abaratar su costo; la empresa contacta a una organización con el conocimiento actual o potencial para solucionar el mismo (normalmente potencial): dicha organización desarrolla investigación, básica o aplicada, que lleva a la solución del problema. De esta manera, se da la interacción usuario-productor con varios efectos significativos: creación, transmisión y uso de conocimientos, transferencia de tecnología, innovación (mejora, abaratamiento o creación de un producto o proceso), y además, capacidad acumulada de conocimiento, que sirve como base para nuevas investigaciones⁸ que redunden en nuevas innovaciones⁹, y por consecuencia, una competitividad creciente y sostenida de la firma.

⁸ Se trata de «investigaciones de frontera», esto es, aquellas que se realizan en los límites de una ciencia o disciplina, que crean nuevo conocimiento, que amplían los conocimientos básicos (ciencias puras) o aplicados (tecnología).

⁹ En este sentido, innovación puede entenderse, de manera amplia, como

Cuando se habla de sistemas de innovación, por tanto, nos referimos a esta doble cualidad que presenta dicha expresión: su carácter sistémico, o de correlación sincronizada de actores, organizaciones e instituciones públicas y privadas, y a su enfoque usuario-productor, que conecta las necesidades innovativas de las empresas o firmas con el conocimiento acumulado o potencial de las instituciones encargadas de crear, transmitir y usar el conocimiento científico-tecnológico. Lo nacional, aquí, tampoco es azaroso. En efecto, las necesidades de las empresas son en la mayoría de los casos, necesidades situadas, es decir, son necesidades locales que demandan un conocimiento local, conocimiento producido endógenamente, además la proximidad cultural y el hablar en el mismo lenguaje, permite un flujo de la información y la articulación de esfuerzos de los diversos agentes (productivos, estatales, académico-científicos, financieros) más rápido y eficiente (Arocena y Sutz, 2001).

El concepto de Sistemas Nacionales de Innovación (SNIs), por tanto, no es una noción ni casual, ni irrelevante. Por el contrario, se halla en el corazón mismo de las estrategias de competitividad económica de las empresas, de inserción asertiva de los países en el nuevo orden mundial, de extensión de la cultura científica dentro de las naciones, de solución a los problemas sociales y ambientales de las comunidades que conforman una región o Estado, en últimas, es una expresión que, en su dimensión analítica (instrumento de análisis del estado de desarrollo de una nación y/o sector productivo) y orientadora (herramienta conceptual y metodológica para la formulación de políticas públicas), responde al reto, ya enunciado, de las naciones por alcanzar el desarrollo, el bienestar social, la equidad, sostenibilidad ambiental y riqueza material.

Al decir de Robledo (2002):

«solución de problemas». También puede definirse la innovación como «... proceso por el cual las empresas introducen nuevos productos o procesos - una definición que incluye inversiones en I&D pero que no se limita a actividades de innovación de base tecnológica -, cumple un rol primordial en el aumento de la productividad y competitividad de las empresas». (BID, 2009)

El SNI se concibe como un espacio creativo de aprendizaje social para la generación e intercambio de flujos de información y conocimiento entre los diversos agentes nacionales y regionales, en la búsqueda de incrementar la productividad y la competitividad de los sectores productivos, la generación de empleo y el mejoramiento de la calidad de vida de la población (p.17).

Ahora bien, siguiendo a Arocena y Sutz (2001), que proponen pensarse la noción de SNI «con cabeza sureña», esto es, desde el punto de vista de nuestra realidad latinoamericana (y por extensión, nacional), para no copiar, sino adaptar creativamente lo logrado en el norte a nuestro entorno, de suerte que potenciemos el máximo de nuestras capacidades y ventajas comparativas en el mercado global; es preciso mencionar cinco componente básicos de los SNIs (Arocena y Sutz, 1999): a) Su carácter *ex post* en nuestra región (no son producto de un análisis empírico, sino que han sido «importados» como modelos de análisis y orientadores de políticas desde afuera); b) su *sesgo normativo* (aun cuando no exista una fórmula mágica o ideal de SNIs, estos implican valoraciones sobre qué es mejor o peor en términos de finalidad de su implantación, por lo que tienen un sesgo normativo); c) son *relacionales* (vale decir, que sus actores fundamentales deben operar mancomunadamente, el famoso «triángulo de Sábato»: universidad-empresa-Estado, que en últimas, significa que solo existe sistema cuando hay articulación real de los tres actores, y que por tanto, la eficacia del sistema se mide en términos de la sinergia de sus componentes); d) puede ser objeto de políticas (su impulso requiere de la participación constante y proactiva del Estado, en virtud de las fallas potenciales y estructurales de los SNIs, que se describirán más adelante); por último, e) describe situaciones en las cuales el *conflicto* está siempre presente (pues las relaciones, los actores y sujetos no siempre ni necesariamente son armónicas, en particular en lo que respecta a las universidades y los trabajadores, donde más se resiente el impacto de las políticas de innovación).

ESTRUCTURA, ACTORES, DINÁMICAS E INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LOS SNIs

El SNI alude a un sistema o estructura dinámica en constante proceso de renovarse, transformarse y revolucionarse, debido a los particulares avatares de cada uno de los actores que lo componen (empresarios, académicos, Estado, sistema financiero), de las funciones especiales que cada uno de estos actores tiene dentro del sistema, de su grado de articulación y de las estrategias, instrumentos, políticas de evaluación y seguimiento que se desenvuelven.

Los SNIs tienen rasgo de estructura, esto es, de articulación de cada uno de los elementos (actores) en un todo global, de cuya sinergia depende el resultado del sistema y sus componentes; además es abierto,

pues las interacciones resultantes son siempre nuevas y generan resultados impredecibles en su totalidad.

Para el buen funcionamiento de todo SNI es preciso, por tanto, referirse a sus actores, a su grado de desarrollo y coordinación, y la manera en que participan de manera conjunta en la planeación, definición, seguimiento y evaluación de políticas en la materia, en una palabra, a la gobernanza de la innovación.¹⁰ Ello es tanto más importante por uno de los componentes mencionados más arriba: el de su carácter relacional, que expresa la necesaria imbricación de los actores para el éxito de las políticas de ciencia, tecnología, innovación y desarrollo a llevarse a cabo.

Sin una adecuada coordinación cada uno de los actores tiende a la dispersión, lo que desemboca en la pérdida

¹⁰ «La gobernanza de la innovación se define como coherencia e integración de políticas de innovación, ciencia y tecnología a diferentes niveles, participación en ellas de diferentes grupos de interés, aprendizaje de mejores prácticas entre otros». (Acevedo, 2009: 67)

de oportunidades de crecimiento para las empresas (Arrocena y Sutz, 2001). Tal es el caso de América Latina en la década de 1990 donde, si bien se conocía de casos de empresas articuladas en *cluster*¹¹, su dimensión micro repercutía en una debilidad comparativa en un entorno de creciente competencia internacional. El desconocimiento de las empresas, por ejemplo respecto a las entidades con capacidad de brindarles la adecuada asesoría tecnológica, de realizar investigación aplicada en temas relacionados con sus productos, va en contravía de sus intereses, por lo cual la falta de información se convierte en una desventaja comparativa para la competitividad y el crecimiento de las empresas.

Lo anterior implica la necesidad de un sistema de información que conecte a las empresas con las organizaciones e instituciones dedicadas al trabajo científico-tecnológico (universidades, centros de investigación, consultorías, entre otros), tarea que la mayoría de las veces debe realizar el Estado, siendo así un eje transversal para la necesaria conformación de circuitos innovativos pertinentes y efectivos. Igualmente los estados, especialmente los de países menos desarrollados, se ven incapaces de invertir lo suficiente en ACTI¹², ya que la inversión proveniente de la propia empresa privada y de los fondos de capital de riesgo resulta esencial. Por último, las universidades, que «sufren» fuertes presiones económicas como producto de la demanda de masificación, de los recortes presupuestarios y de necesidades internas, requieren de recursos que, dada las dificultades del presupuesto estatal, solo pueden provenir del sector privado. De la debilidad relativa de cada uno de los actores por separado, surge la necesidad de articulación y sinergia, el «triángulo de Sábato», como se

¹¹ El concepto de *Cluster* se define como «concentración sectorial de empresas que se desempeñan en las mismas actividades o en actividades muy vinculadas, tanto hacia atrás, con fábricas de tecnologías, con proveedores de insumos y equipos, como hacia delante y en forma horizontal, con industrias procesadoras y usuarias, así como con servicios y otras actividades estrechamente relacionadas, con importantes y acumulativas economías externas, de aglomeración y especialización, por presencia de productores, de proveedores y mano de obra especializada, y de servicios anexos específicos al sector, y con la posibilidad de llevar a cabo una acción conjunta en búsqueda de la eficiencia colectiva» (Lemarchand, 2010: 315).

¹² Actividades de ciencia, tecnología e innovación.

suele llamar en América Latina a esta política de integración de actores e instituciones que conforman todo SNI.

Adicionalmente se tiene que un elemento esencial y muchas veces obviado o ignorado de todo SNI que pretenda ser exitoso: el capital social; las representaciones de la sociedad sobre el valor de la ciencia, la tecnología y la innovación que demanden e intervengan activamente en el sistema nacional de ciencia y tecnología, elemento que se conoce como «apropiación social del conocimiento». En estrecha relación con lo mencionado sobre la «divisoria del aprendizaje»,

una sociedad que no reconoce el valor social de la CTI (Ciencia, Tecnología e Innovación) es una sociedad que inconscientemente reproduce la brecha económica y sociocultural que apuntala la inmovilidad y el atraso tecnológico, lo que repercute en el desarrollo integral del país.

De ello se sigue la necesidad, por parte del Estado, de incentivar la apropiación social del conocimiento, la valoración del mismo, la movilización social en torno al aprendizaje creativo e innovador, la formación de un capital social con capacidad de asimilar el cambio técnico y tecnológico, aun cuando de la misma sociedad civil es el lugar desde donde fluyen los trabajadores que, insertos en la estructura laboral, aceleran o paralizan la competitividad.

Las empresas, centros de investigación y/o universidades, Estado y sociedad civil, esto es, todos los actores de cualquier sociedad, deben encontrarse en interacción dinámica para facilitar la implementación de políticas de ciencia tecnología e innovación que estimulen la productividad, la competitividad y el desarrollo. Precisamente esta necesaria cualidad sistémica de una política efectiva de ciencia, tecnología e innovación, puestas a contraluz de la situación

actual de la mayoría de los países de América Latina, y de Colombia en especial, demanda una serie de tareas urgentes para la conformación y configuración de un SNI exitoso, tareas señaladas por Albornoz (2004 citado por Acevedo, 2009: 64):

- Consolidar la capacidad científica y tecnológica
- Fortalecer la educación superior
- Orientar la ciencia y la tecnología hacia la equidad
- Aumentar la inversión en I+D
- Fortalecer la cooperación internacional
- Difundir socialmente el conocimiento científico y tecnológico

Para llevar adelante estas tareas que dinamicen el SNI se precisa de una forma organizativa, institucional, que sea lo suficientemente abierta y flexible para que cada uno de los actores que convergen en el sistema tenga representación y capacidad de expresión de sus intereses, también, de una política en materia de ciencia, tecnología e innovación, una política que identifique las problemáticas asociadas a las tareas urgente señaladas por Albornoz (2004 citado por Acevedo, 2009: 64), que establezca medidas de tipo organizativo, presupuestario, administrativo, académico y social que aborden dichas tareas desde la perspectiva de su solución; que diseñe, los instrumentos y herramientas necesarias para tales medidas, que establezca medidas de seguimiento y evaluación a las decisiones tomadas y que por último, determine mecanismos de evaluación de las mismas, todo ello en una perspectiva sistémica.

La evaluación de estas medidas, de acuerdo a lo señalado sobre los SNIs en sus dimensiones productivas, académico científicas y sociales, se hace a través de indicadores de desempeño que tengan en cuenta cada uno de los factores en juego. Entre los indicadores más destacados para medir el desempeño en la innovación, la OCDE (2009: 7) se destacan los señalados en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores del desempeño de innovación

Área	Definición	Variables tradicionales	Otro tipo de variables
Conocimientos	Propiedad intelectual nueva	Patentes registrados e ingresos por licencias	Conocimientos locales
Competencia	Nuevos productos y procesos	Exportaciones intensivas en tecnología, y productividad	Nuevos modelos de negocio – por ejemplo, nuevos canales de distribución y nuevos servicios
Riqueza y bienestar	Resultados posiblemente parcialmente relacionados con innovación	PIB; PIB per cápita	Esperanza de vida. Reducción de pobreza

Fuente: INSEAD, *Global Innovation Index*, 2008-2009

En Colombia, desde el Estado, se ha impuesto de manera normativa, tal y como lo enuncian Arocena y Sutz (2002) para América Latina, el modelo de Sistemas Nacionales de Innovación con algunas adaptaciones interesantes como lo son los Centros Regionales de Productividad (en Antioquia, de Ciencia y Tecnología), los cuales desarrollan programas de fomento para la innovación, la productividad y la competitividad, el establecimiento de encadenamientos productivos y el impulso a la ciencia y la tecnología (en Colombia se ha extendido la concepción que los sistemas regionales de innovación son la implementación de los sistemas nacionales de innovación en el ámbito regional).¹³ Este modelo impulsado por el Estado alterna con algunos esfuerzos provenientes de gremios económicos, de la Universidad e inclusive de algunas organizaciones

¹³ Esta es una de las opciones para ver los sistemas regionales de innovación en la perspectiva desde arriba, proporcionada básicamente por los autores de la definición del Sistema Nacional de Innovación (SNI), en la que se parte del supuesto de que los elementos existentes en los sistemas de innovación en el ámbito nacional también deben existir en el ámbito regional. Así, el objetivo será responder a la pregunta: ¿sí se inicia desde la amplia definición del SNI los elementos de este sistema, se pueden, en parte e incluso, aplicar totalmente en el ámbito regional? Dichos elementos centrales de los SNI mencionados por Lundvall (1992: 13, citado en Howells, 1999: 71) incluyen: la organización interna de firmas, las relaciones inter firmas, el papel del sector público, los arreglos institucionales del sector financiero y la intensidad y organización de la investigación y desarrollo.

civiles preocupadas por desarrollar una sociedad del conocimiento.¹⁴

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 investigación, 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.

El SNCyT colombiano tiene once programas: Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanas, Ciencia y Tecnología de la Salud, Ciencias y Tecnologías Agropecuarias, Biotecnología, Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, Estudios Científicos de la Educación, Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad, Investigación en Energía y Minería y Ciencias y Tecnologías del Mar.

En Colombia, se ha «implantado» un modelo de Sistema Nacional de Innovación - SNI.¹⁵ Según Arocena y Sutz (2002), esta implantación de modelo para Colombia, se constituye en la imposición de un modelo adecuado

¹⁴ La situación de alternancia de esquemas de trabajo en la transferencia de conocimiento y tecnologías, pareciera generar distintos esquemas de innovación que se yuxtaponen más allá de una estrategia coordinada. Inclusive sería interesante preguntar si es necesaria esta coordinación amplia de esfuerzos o si más bien se configura como la explosión de mecanismos alternos de múltiples posibilidades de configuración para el desarrollo de maquilas del conocimiento o el conocimiento como producto del outsourcing ocasional dependiendo de la demanda ocasional. Habría que mirar si en realidad existen estas estructuras como parece plantarse y el impacto de las acomodaciones interorganizaciones en el desarrollo de esa propuesta economía del conocimiento.

¹⁵ 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 (Monroy, 2004, p. 12).

desde un punto de vista normativo, y no como en Europa (especialmente en los países de la Gran Bretaña) que es consecuente con la evolución actual de las formas de organización de la ciencia y la tecnología. Su importancia, según estos autores, radica en la implantación de un mecanismo adaptables a nuestra cultura, pero que a la vez permitan generar una inserción en la economía del conocimiento global, y de esa forma evitar el rezago y problemas de baja productividad e incompetencia frente a la situación internacional. Para ampliar, ver proyecto Cousott y Arocena y Sutz (2002).

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología podría ser leído en parte en estos términos, esto se puede observar en las políticas de este:

- «Contar con nuevos arreglos institucionales. Estar en la agenda pública y política.
- Disponer de más recursos y sostenibles para la financiación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.
- Hacer de la Ciencia y la Tecnología parte de la cultura nacional.
- Tener mayor número de talento humano formado para la investigación y la innovación.
- Fortalecer la investigación y hacerla competitiva internacionalmente.
- Comprometer al sector empresarial colombiano con la ciencia, la tecnología y la innovación.
- Reposicionar la CT+I (Ciencia, Tecnología y la Innovación) como actividades claves para el desarrollo regional» (Tovar:2006).

Esto confirma los presupuestos de Arocena y Sutz (2002) en cuanto al carácter normativo del surgimiento de los Sistemas de Innovación. En Colombia parten de la previsión de una lectura del contexto del mercado, en

tanto la ciencia y la tecnología se convierten en pilares para el desarrollo de la competitividad y la productividad.¹⁶

LAS FALLAS DE LOS SNIs EN GENERAL Y EL CASO COLOMBIANO

Una de las razones por las cuales el Estado es esencial en esta política sistémica¹⁷ de ciencia, tecnología e innovación, es debido a las fallas que presenta el sistema cuando funciona al azar, sin un mediador entre los actores; fallas que pueden ser de mercado, del Estado o del sistema (Montenegro, 2010).¹⁸

Las fallas relacionadas con el sistema pueden estar vinculadas con la propiedad del conocimiento, con las asimetrías de la información o con la descoordinación. Dados los elevados costes de inversión en ciencia aplicada (que genera conocimiento innovativo, tecnológico), sumado a que este conocimiento no puede retenerse, las empresas suelen ser poco activas en esta materia, razón por la cual se requiere de fomento a la innovación por parte del Estado, a través de subsidios a la demanda (exenciones a las inversiones innovativas) o de programas de cofinanciación de proyectos con aplicaciones tecnológicas de tipo industrial. Las asimetrías de la información responden al desconocimiento de las firmas (demanda) acerca de los poseedores del conocimiento que necesitan para innovar, sean universidades, consultoras, o centros de investigación,

¹⁶ El Sistema de Ciencia y Tecnología, al ser definido por sus acciones, permite que la medición del gasto en esta materia pueda ser repartida en todas las instancias que de alguna u otra forma invierten en este renglón y por lo tanto sean incluidas como gastos del Sistema mismo.

¹⁷ Acevedo (2009) distingue, dentro de las políticas de ciencia y tecnología: a) las de ciencia básica (o teórica), enfocadas al desarrollo de las ciencias exactas o naturales, que dejan de lado el conocimiento local y presentan poca aplicabilidad; b) la política sistémica, basada en la ciencia aplicada (aplicada industrialmente y la innovación, según el enfoque usuario-productor (circuito innovativo); c) la política fundamentada en la sociedad de la información, que privilegia el uso y fortalecimiento en TIC, pero descuida la investigación básica y aplicada y, d) la política orientada al fortalecimiento de las capacidades en ciencia y tecnología, de naturaleza ecléctica, que combina la I+D con las relacionadas a la empresa científica.

¹⁸ Habría que añadir, igualmente, del sector académico, pues un SNI exitoso demanda reformas importantes en el modelo tradicional de universidad, durante décadas y hasta podría decirse siglos, centrado en la formación profesional más que en la investigación y la extensión, tal como ha sido el caso de nuestro país.

entre otras (oferta); de hecho, en nuestro país este suele ser aún un problema serio, que demanda escenarios de acercamiento entre los actores.¹⁹ La falta de coordinación entre empresas, sea en *clusters* (conglomerados empresariales) o por flujo de información, se asocia a la desconfianza que suele haber entre estas, más en nuestro país, que culturalmente presenta peligrosos hábitos de desconfianza.

Las fallas del Estado Colombiano hacen referencia a su visión cortoplacista, de miradas estrechas, que no le permite ver las oportunidades de políticas que en el corto plazo pueden presentar pocos resultados,

pero en el horizonte del tiempo pueden ser eficaces; por ello la necesidad de que toda política en CTI sea concebida como política de Estado, no de gobierno, como ha sucedido durante bastante tiempo en nuestro país. Además, la naturaleza incierta de las políticas en términos de resultados, sujetos a múltiples factores externos (globalización) o internos (desde las fallas del mercado hasta los hábitos culturales establecidos), obliga al Estado a ser más previsor en los análisis en que fundamenta sus políticas para minimizar el riesgo de pérdidas (que de todas formas, estarán siempre presentes, por antonomasia). Por último, siempre se corre el riesgo de que el sector privado capture los beneficios de inversiones públicas en ciencia y tecnología, por lo que el Estado debe fijar políticas claras al respecto.

Respecto al sistema, la falla básica ocurre por la brecha entre las necesidades del empresariado y la oferta de conocimiento disponible, lo que vierte la mirada sobre la articulación de los actores. Además, el tema de la

¹⁹ Existe en Medellín una iniciativa importante, la feria Tecnova, que reúne empresarios con universidades públicas y privadas. Además existen Comités Universidad-Empresa-Estado (CUUE) en al menos, nueve departamentos. No obstante, estas iniciativas reducidas a una única región, son aun deficitarias para subsanar las asimetrías en la información.

gobernanza es un asunto siempre sensible, que tiene relación con las posibilidades reales de los actores de tener voz y peso específico, de participar en los escenarios de discusión y toma de decisiones en materia de ciencia y tecnología.²⁰

Transversal a las fallas mencionadas, en países subdesarrollados los resultados de encuestas (Arocena y Sutz, 1999) muestran claramente el estado de indefensión en que se encuentran las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Para que una empresa sea innovadora, y por tanto competitiva, necesita no solo de ingentes fondos para inversión en CyT, sino también una planta de trabajadores cualificados, dos características que en el caso de las PYMES se manifiestan históricamente como carencias sensibles, por lo cual los esfuerzos del Estado en este terreno son importantes. A través de programas como las incubadoras de empresas innovadoras, de incentivos a la contratación de personal cualificado y a la inversión en I+D, de fomento a la cultura emprendedora en las PYMES, de articulación de sus esfuerzos con los de las firmas inversoras de capital de riesgo, entre otras iniciativas, el Estado puede y debe intervenir en este terreno.

Otro tanto acontece dentro del sector académico: América Latina y Colombia en especial, tiene una tradición de desatención hacia la educación que se traduce en magros resultados en la materia, tanto en cantidad como, sobre todo, en calidad. El problema es de tal magnitud, que para dar un ejemplo, los resultados de Colombia en las pruebas Pisa (Revista Dinero, 2010a), que evalúa a estudiantes de 15 años en 65 países del mundo, fueron deficientes para Colombia (puesto 52 entre 65), especialmente matemáticas (57) y habilidades para la ciencia (54), justamente las disciplinas más importantes en el ámbito de la formación general, y de la información científica particularmente. La reforma al sistema educativo colombiano, con la mira puesta en la mejora de su calidad, así como una política

²⁰ Respecto a esto hay que decir, a favor del Estado colombiano, que la nueva política de ciencia y tecnología da grandes avances al respecto, abriendo el escenario de participaciones, verbigracia, para el actor científico-académico.

de promoción de la ciencia y la tecnología, son necesidades apremiantes.²¹

Además, el número de personas con doctorados y maestrías, investigadores con capacidad de crear conocimiento básico y aplicado, sigue siendo pequeño: la cifra a inicios de 2010 no supera los 5000²², siendo la meta que se ha propuesto el estado en la materia para 2019 (visión Colombia 2019) de 55.000. Ni hablar de las pocas posibilidades que existen actualmente para profesionales con maestrías y doctorados para insertarse en el mercado laboral e investigativo, por lo cual la diáspora (o fuga de cerebros) sigue siendo un problema que demanda más atención del sector estatal. Todas estas, entre otras más, son fallas inherentes a todo SNI (no solo del colombiano), que obligan a mayores esfuerzos en la materia, sobre todo por parte del Estado, que funge como instancia mediadora de los diferentes actores e instituciones que constituyen el sistema.

EL SNI COLOMBIANO. SITUACIÓN, DEBILIDADES Y SUGERENCIAS

«Colombia acumula un rezago que solamente puede calificarse como dramático en materia de innovación. Según el *World Intellectual Property Indicators*, el número de patentes de Colombia en 2008 fue de 68, mientras en Chile alcanzó 743. Brasil, entre tanto, registró 5.126 patentes en 2007. La inversión en ciencia y tecnología de Colombia, según cifras de la Unesco, alcanzó \$686.070 millones en 2007, tan solo 0,16% del PIB, mientras en países como Corea del Sur dicha participación alcanzó 3,23% en 2009» (Revista dinero, 2010b).

Si las cifras hablan por sí solas, el caso colombiano no es la excepción, como puede evidenciarse en la anterior cita de la Revista Dinero. No obstante, el panorama parece

²¹ Si bien se han desarrollado a nivel de Colciencias iniciativas importantes al respecto, como el programa Ondas, que promueve el aprendizaje de las ciencias entre niños y jóvenes, y de regiones como Antioquia, donde se han puesto en prácticas el establecimiento de parques bibliotecas, centros aprendizaje de ciencia como el parque explora y otras iniciativas, mirado globalmente como país, los esfuerzos siguen siendo pequeños y se requiere más empuje en la materia.

²² Documento Conpes 3652

estar cambiando, si tenemos en cuenta el significado y la orientación de las políticas que se vienen implementando en los últimos años.

En efecto, la conformación de una estructura en materia de CTI ha venido desplegándose de manera lenta pero progresiva, desde la conformación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT), constituido a partir de los lineamientos establecidos en la ley 29 de 1990, pasando por la conformación del Sistema Nacional de innovación, SNI en 1995, hasta su virtual fusión actual en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI)²³, con la entrada en vigor de la ley 1286 de 2009, la «ley de ciencia y tecnología». Lermarchand, (2010) señala que:

«El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) está integrado por todos los programas, actividades y estrategias del área, y por todas las instituciones que realizan actividades científicas y tecnológicas, buscando integrar la ciencia y la tecnología a los diversos sectores del país. Lo integra el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias), el organismo central de fomento y desarrollo de las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en Colombia. A través de la ley 1286 del 2009 deja de depender del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y adquiere el rango de Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Su función es formular las políticas de CTI, diseñar las estrategias y programas de CTI, y fortalecer institucionalmente el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). Colciencias ejecuta parte del presupuesto público de CTI a través de distintos programas, tales como el Programa de Incentivo a la Innovación, el Programa de Riesgo Tecnológico Compartido, el Programa Empresa–Universidad, el Programa de cofinanciación de proyectos, y los Consejos de Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología. Estos últimos son los órganos de dirección y coordinación de cada uno de los programas en que se organiza el SNCTI (ej. biotecnologías, electrónica, ciencias básicas». (p. 329).

²³ Documento Conpes 3652, 2009.

El nuevo SNCTI configurado por la ley 1286, constituye un esfuerzo deliberado por parte del Estado en modernizar su estructura organizacional con base en las necesidades del país, de articular a los diferentes actores y dentro de lo posible, asignar recursos.²⁴

Además de esto, existe desde el año 2000 el Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT), que recopila información sobre las diversas facetas de la CTI en el país, realiza encuestas y funge como un sistema de información que paulatinamente, puede lograr el necesario flujo de información entre los agentes. Igualmente, desde el sector productivo y académico se realizan esfuerzos de coordinación, aun incipientes pero prometedores. Según un informe de la Revista Dinero:

La clave de estos desarrollos entre universidades y empresas está en que, por fin, se están alineando los objetivos, las rutinas y las estrategias de la academia y las empresas. Camilo Restrepo, de Argos, estima que «estamos cada vez más cerca del punto de encuentro entre los objetivos de la empresa, que son sostenibilidad, rentabilidad, diferenciación e innovación, y los objetivos de la universidad, que son desarrollo de conocimiento básico, publicaciones y avance en la capacidad instalada de sus laboratorios» (Revista dinero, 2010b).

El conjunto de instituciones, programas, organizaciones y estructuras mencionados, entrega una idea meridianamente clara del avance de una política y una institucionalidad alrededor de la CTI en Colombia: desde el año 1990, cuando empieza a dar sus primeros pasos la creación de un sistema en materia de CTI hasta nuestros días, la evolución ha estado marcada evidentemente, por el esfuerzo de reunir sintéticamente los actores, que como fragmentos, se hallaban dispersos en sus respectivos sectores, hasta la construcción de un marco común de interacción de ambos, acompañado de una política encaminada hacia: a) establecer un sistema de formación

²⁴ La ley 1286, valga mencionar, promueve la formación de sistemas regionales de ciencia, tecnología e innovación –SRI- con recurso propios, da cabida al sector académico en la orientación y toma de decisiones, crea el Fondo Francisco José de Caldas para el apoyo a la CTI y dicta otras disposiciones.

del capital humano (doctores y maestros); b) determinar una medida presupuestaria adecuada; c) promover la interacción de la oferta y la demanda en materia de CTI; d) fomentar el capital social de respaldo a la construcción del sistema, mediante estrategias de apropiación social del conocimiento.

Esto es lo que existe en materia estructural e institucional. La meta, definida en el documento «visión Colombia 2019», es la de contar con 55.000 doctores, un presupuesto que borde el 2% del PIB y «lograr un nivel de sofisticación de la oferta nacional y para exportación de US\$ 17.500 per cápita» (Conpes 3652, 2009).

No obstante, las debilidades son tan notorias como los esfuerzos para resolverlas: El presupuesto de 2009 en actividades de ciencia, tecnología e innovación fue solo del 0.39%, mientras las inversiones en investigación y desarrollo fueron de 0.16% del producto interno bruto, una baja cifra si se piensa en la meta que la Unesco fijó para países en desarrollo respecto al área: 1% del PIB. Además, las asimetrías de información por parte de las empresas influye en su bajo nivel de innovatividad.²⁵ Al respecto afirma Juan Camilo Quintero, director de Tecnova: «De cada 100 empresas que contactamos, solo entre el 3% y 4% inician un proceso. Las empresas no empiezan, no solo por falta de dinero, sino también por problemas en la definición de sus estrategias. No tienen priorizados sus problemas, no tienen el recurso humano para hacer la transferencia de tecnología y no han desarrollado las capacidades que se necesitan para asumir la tarea». El número de doctores en Colombia por año es bastante bajo (300 anual, aproximadamente), y el número de publicaciones, como señalaba la Revista Dinero, es poco menos que trágico.

En resumen: poca articulación de los agentes que componen el sistema, bajo presupuesto para CTI, escaso capital humano (sumado a la amenaza perenne de la diáspora), nulo o exiguo capital social, estado de indefensión de las

²⁵ Sobre innovatividad, afirma Luque (2009) que «hace referencia al grado en que un empresario acepta innovaciones» (las cursivas son de Luque).

PYMES. Sintéticamente, un barco que hace agua por todas partes, especialmente en financiación.²⁶

Frente a este panorama, las sugerencias para darle un mayor impulso al sistema no son otras que aquellas que van en vía de su solución, en orden a varios factores: flexibilidad organizativa, financiación público/privada, desplegar un sistema de información entre los agentes más eficaz, reforma del sistema educativo con énfasis en las ciencias naturales y exactas, política de formación del capital social (por ejemplo, haciendo uso intensivo y extensivo de las TICs para la conformación del apoyo ciudadano), fortalecimiento de las redes de investigación (caso del grupo de excelencia en genómica).

Tal vez las mejores palabras finales sean las de la revista dinero, cuando dice:

Una condición para pasar a la siguiente etapa es multiplicar los recursos asignados a este objetivo. El proyecto de ley de regalías abre la posibilidad de generar nuevos fondos en las regiones para proyectos de innovación. De la misma manera, es necesario que las empresas privadas revisen sus estrategias y reconsideren los montos que dedican a la innovación. El clima para la innovación ha cambiado y las relaciones entre universidades y empresas son más fluidas, pero el potencial del país solamente se hará realidad cuando se cuente con recursos financieros suficientes. Es el momento de acelerar el proceso (Revista dinero, 2010b).

Hasta hoy puede decirse, por tanto, que existe un adecuado nivel de conocimiento sobre la importancia de un Sistema Nacional de Innovación como condición para el aumento de la productividad, la competitividad y el crecimiento

²⁶ Téngase en cuenta que, para citar un caso: si bien el proyecto de reforma a la ley de regalías que cursa actualmente en el congreso pretende asignar el 10% de las mismas a CTI, esto se hará previo descuento de los impuestos, lo que reduce significativamente la cifra esperada desde Colciencias. Además, es sintomático el que, por ejemplo, el SENA posea más recursos para I+D que Colciencias, siendo esta la entidad que, se supone, rige en la materia. Por último, el empréstito en ciernes que el Estado planea realizar con la banca multilateral para reforzar el SNCTI, de US\$ 50 millones, que equivalen a 100.000 millones de pesos colombianos (Conpes, 3652), representa solo la quinta parte de la deuda que a 2009, tenían las 32 universidades públicas del país, que ascendía a 500.000 millones y que no fue subsanada en su totalidad.

económico, que redunde en un mayor bienestar social y en la superación de las desigualdades. Igualmente, existe conciencia de parte de los actores respecto a la situación y los riesgos que implica dejar de lado este tema. Más aun, las declaraciones del gobierno, su interés en aumentar los recursos para el SNCTI y para reformar el sistema educativo, indican que existe un mínimo de voluntad política para hacer de la situación de debilidad del sistema un factor de oportunidad. Todo dependerá de que estas buenas intenciones se transformen en políticas concretas, particularmente en el aspecto más importante del mismo: la financiación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, C. (2009, octubre). Gobernanza de la innovación. Paradojas del caso colombiano. *Trilogía. Ciencia, tecnología y sociedad*, 1, 61-75.
- Albornoz, M. (2000). *Política científica*. Recuperado de <http://www.oei.es/ctsiima/albornoz.pdf>
- Arocena, R. y Sutz, J. (1999). *Mirando los Sistemas Nacionales de Innovación desde el sur*. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/sutzarocena.htm>
- Arocena, R. y Sutz, J. (2001). *Sistemas de innovación y países en desarrollo*. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/arocenasutz.htm>.
- Arocena, R. y Sutz J. (2002). *Innovation systems and developing countries, DRUID (Danish Research Unit for Industrial Dynamics)*. Working Paper No. 02-05. [Versión en español en línea] Recuperado de <http://www.campus-oei.org/salactsi/arocenasutz.htm>, tomado el 2 de septiembre de 2006.
- Bonilla, M. y Martínez, M. (2009). *Análisis de la metodología para evaluar la competitividad: caso foro económico mundial y realidad empresarial colombiana*. Recuperado de <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/1448/1/1020715287.pdf>

- Documento Conpes 3652. (2010). *Concepto favorable a la nación para contratar empréstitos externos con la banca multilateral hasta por US \$50 millones de dólares o su equivalente en otras monedas destinado a financiar el proyecto de fortalecimiento del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación*. Recuperado de <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/LinkClick.aspx?fileticket=LBP Ezwys1TY%3d&tabid=1063>
- Johnson, J. (2009). *Innovación en América Latina: Una visión desde la perspectiva de la OCDE*.
- HOWELLS, J. (1999). Regional systems of innovation? En: D. Archibugi, J. Howells and J., Michie, *Innovation Policy in a Global Economy*. New York: Cambridge University Press.
- Lemarchand, A (Ed) (2010). Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América. En: Estudios y documentos de política científica en ALC, Vol. 1. UNESCO. Recuperado de <http://www.unesco.org/uy/institucional/fileadmin/ciencias%20naturales/Políticas%20Científicas/EYDPCALC-Vol-1.pdf>
- López, G. (2004). *Aproximaciones a las generalidades y debilidades del sistema de innovación colombiano*. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84912053006.pdf>
- Luque, R. (2009). *Innovatividad*. Recuperado de <http://ricardoluque.blogspot.com/2009/02/innovatividad.html>
- Monroy, S. (2004). *Nuevas políticas y estrategias de articulación del Sistema de Ciencia, tecnología e innovación colombiano* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas Bogotá.
- Montenegro, I. (2010). *Innovación: necesitamos una estrategia de largo plazo*. Recuperado de http://razonpublica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1632:innovacion-necesitamos-una-estrategia-de-largo-plazo&catid=20:economia-y-sociedad&Itemid=29
- Robledo, J. (2002, septiembre). *Sistema Nacional de Innovación: política, estrategias e instrumentos públicos de fomento*. Presentado en el II Encuentro Universidad-Empresa-Estado, Medellín.
- Palacio, M. (2009, octubre). Gobernanza de la ciencia y la tecnología. *Trilogía. Ciencia, tecnología y sociedad. 1*, 155-172.
- Revista Dinero (2010a). *Colombia, pobres resultados en prueba de educación internacional*. Recuperado de http://www.dinero.com/administracion/colombia-pobres-resultados-prueba-educacion-internacional_80909.aspx
- Revista Dinero (2010b) *Alianza ganadora*. Recuperado de http://www.dinero.com/edicion-impres/caratula/alianza-ganadora_78576.aspx
- Tovar, G. (2004). *Ciencia, tecnología e innovación para la competitividad: instrumentos de política*. Colciencias. Memorias del Foro Internacional Políticas de Competitividad. Recuperado de <http://www.mincomercio.gov.co/VBeContent/NewsDetail.asp?ID=2823&IDCompany=12>.
- Vesga, R. (2008). *Emprendimiento e innovación en Colombia: ¿Qué nos está haciendo falta?* Recuperado de <http://www.cec.uniandes.edu.co/pdf/rav.pdf>
- World Economic Forum (2011): *The Global Competitiveness Report 2010–2011*. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf.



Centro Comercial «Los Molinos» • Medellín • Colombia • Año 2012



Título: El molino

Técnica: Fotografía

(Diafragma: f/11, Tiempo de exposición 1/160s, ISO 100)

Autor: Alfonso Tobón Botero

Año: 2012