

Revista de Ingeniería

ISSN: 0121-4993

reingeri@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes  
Colombia

Vargas Guerrero, Germán Eduardo

Efectividad sistémica, integración y desarrollo empresarial en Colombia a través del Sistema Nacional  
de Innovación

Revista de Ingeniería, núm. 22, noviembre, 2005, pp. 16-25

Universidad de Los Andes  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121014219020>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Efectividad sistémica, integración y desarrollo empresarial en Colombia a través del Sistema Nacional de Innovación

**Germán Eduardo Vargas Guerrero**

Ingeniero. Consultor Plan Estratégico Programa Nacional de desarrollo Tecnológico e industrial de Colciencias, 2004-2011, Docente Departamento Ingeniería de Sistemas e Industrial, Universidad Nacional, Bogotá. Estudiante Magíster Ingeniería Industrial, Énfasis Economía Industrial.

**PALABRAS CLAVE:** Innovación, Crecimiento en Economías intensivas en conocimiento, Eficiencia Sistémica, Redes Sociales, Dinámica de Sistemas.

**KEYWORDS:** Innovation, Knowledge Economy growth, National Innovation Systems, Systemic Efficiency, Social Networks, System Dynamics.

Recibido 7 de septiembre de 2005, aprobado 25 de octubre de 2005.

**RESUMEN** El presente documento es el resultado de una investigación que propone un acercamiento desde el enfoque de sistemas, así como una observación empírica desde la metodología de diseño de redes sociales, con lo que representa la evolución en la articulación de los agentes del Sistema Nacional de Innovación en Colombia (SNIC en adelante), como criterio de efectividad sistémica y evolucionista en su propósito orientado al desarrollo productivo.

**ABSTRACT** This paper proposes an approaching focus from systems point of view, and empirical observation from the social networks design for the National Innovation System (NIS), through a typological and situational mapping that illustrate the articulation degree in the system, which from build a system dynamics model for the policy exploration, pointed to stimulate systemic efficiency of NIS.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los efectos e impactos percibidos en los países emergentes al implementar modelos de desarrollo basados en Sistemas Nacionales de Innovación -SNI, han sido ampliamente difundidos y dilucidados, para el caso colombiano, por los diferentes trabajos que el Departamento Nacional de Planeación (DNP, Durán, 2000) ha adelantado en la materia, basados en los resultados de las encuestas de Desarrollo Tecnológico y la Encuesta Anual Manufacturera. La pertinencia del tema de la innovación queda entonces justificada; sin embargo, el debate se abre ante la debilidad de las relaciones del “sistema”, donde específicamente en el Documento CONPES 3080 se indica que éste “obedece a un diseño adecuado y bien concebido. Sin embargo es débil y presenta deficiencias en su operación, que se reflejan en la desarticulación de los distintos sectores y entidades del sistema”.

### 1.1 LA MODELIZACIÓN SISTÉMICA COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La introducción de la metodología de diseño de redes sociales para explicitar las relaciones, por extensión, es un filtro cognitivo que permite evidenciar gestores e influenciadores de política, coordinadores y ejecutores de proyectos de innovación, cuya fractura operativa podría dejar a la red isolada.

El enfoque sistémico utilizado permite entender la reacción (estructural) y el comportamiento (funcional) del sistema, orientado por un aprendizaje de planeación (participativa) para la acción desde la Subdirección de Innovación y Desarrollo Empresarial de Colciencias, permitiendo la identificación de puntos críticos – atractores y bifurcaciones, en función del cambio y control en el sistema.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMA

El impacto favorable de la innovación en las unidades ejecutoras de proyectos de innovación ha estado en el centro de observación de las evidencias empíricas; sin embargo, la percepción integral de las diferentes instancias del SNI (macro, meso y micro) implica que la operación del “sistema” es poco eficiente sistémicamente.

### 2.1 DEFINICIÓN DINÁMICA Y CARACTERIZACIÓN EVOLUTIVA DEL SNI

Obedeciendo a factores de carácter coyuntural se han gestado y desarrollado importantes esfuerzos a escala sectorial<sup>1</sup> y regional, con los que se buscó hacer converger acciones estructurantes; sin embargo, persiste el débil desarrollo de capacidades en la gestión activa del sistema a través de sus recursos (limitados) que tradicionalmente han estado subutilizados (o desorganizados), para estimular la conectividad en el SIN, y con ello, su contribución al desarrollo y consolidación de las empresas.

## 3. SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

Los Sistemas Nacionales de Innovación, SNI, se han erigido como una estructura de soporte para el desarrollo endémico en el nuevo ordenamiento económico del conocimiento. De hecho, como concepto relacional ha sido adoptado en Colombia a través de su definición, pero raramente (de modo efectivo) se fomenta el establecimiento de puentes entre los actores del Sistema.

### 3.1 ELEMENTOS DE ENFOQUE PARA EL ESTUDIO DEL SNI

Un acercamiento teórico para el estudio de los SNI, propuesto por OEI (OEI, 2001), lo considera ‘ex post’ en los países desarrollados como concepto empírico; mientras que para los países en desarrollo

<sup>1</sup> Enfoques basados en la metodología de clusters, pasando de la competitividad individual a los acuerdos sectoriales y políticas horizontales basadas en los enfoques de demanda, que propenden por el desarrollo basado en la eficiencia de los sectores productivos y no en la creación de nuevos sectores, a través de la consolidación de las ventajas comparativas existentes. Esto es, del enfoque de oferta – por empuje o Supply Push, hacia uno basado en demanda – por jalónamiento o Demand Pull

tiene carácter 'ex ante', al ser un objetivo a lograr, un concepto nacido de la teoría hacia la práctica, con resultados escasamente sistémicos por lo que resulta difícil afirmar la existencia de sistemas de innovación propiamente dichos, pues permanecen aislados de contexto. En esta dirección, el BID (Bid, 2001) destaca dos implicaciones: en la *teoría* ayuda a entender los determinantes sistémicos de la innovación; en la *práctica*, un análisis empírico del SNI puede ayudar a revelar debilidades, limitaciones y reflejar las áreas de enfoque para el establecimiento de políticas de enfoque en las conexiones y sinergias propias al sistema.

### 3.2 LA INTEGRACIÓN COMO EXIGENCIA AL PROCESO DE INNOVACIÓN

La capacidad de innovación de la industria depende, además de sus competencias internas, de los incentivos para hacerlo (beneficios por rendimientos competitivos, o amenazas de sustitución), y la eficiencia de sus conexiones o agrupamientos con otras instituciones<sup>2</sup>, como condiciones estructurantes del proceso (OECD, 1999), (Figura 1).

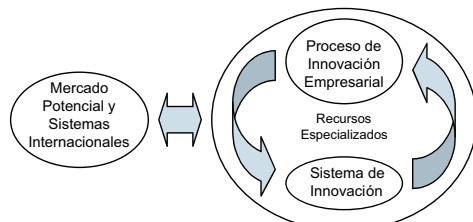


Figura 1. El SNI como consecuencia natural del proceso de innovación

Según esta caracterización, a través de un enfoque evolucionista (Nelson y Rosenberg, 1995), el conocimiento es administrado por las empresas, el SNI interviene como proveedor de contexto y de recursos, y la principal propiedad emergente es la innovación y el desarrollo empresarial.

### 3.3 CONSIDERACIONES PARA EL DILEMA DE LA ARTICULACIÓN (O EL FENÓMENO DE DISPERSIÓN)

En acuerdo con los postulados del economista Mancur Olson (Olson, 1965), la contribución de los grupos de interés del SNI en torno al proceso innovador se debe a la aplicación de un "incentivo selectivo" (Rothenberg, 1988) (en forma de beneficios o amenazas), pues todo miembro de un grupo de interés actúa intencionalmente, esto es, como agente racional (aun con información defectuosa), en función de un estado deseado. Así, dado un costo fijo para lograr el beneficio deseado, busca maximizar el aprovechamiento (o dado un costo variable para alcanzar un cierto beneficio, busca minimizar los impactos).

### 4. MODELIZACIÓN SISTÉMICA DEL SNIC

Para el caso específico del modelo expuesto en este documento, se ofrece especial atención a las interacciones entre los agentes que componen el sistema a nivel de sectores, es decir, se basa en la agrupación de elementos heterogéneos, de acuerdo con su función principal dentro del sistema; de esta manera resulta la conformación de cinco subsistemas: Facilitador, Tecnológico, Productivo, Financiero, Científico, y los Sistemas Internacionales de Mercado e Innovación.

<sup>2</sup> Símil de la propuesta del Diamante Competitivo de Michel Porter, en su libro *On Competition*.

<sup>3</sup> La inclusión de un actor en una red se derivó de cuatro tipos de aproximación:

Realista: Basada en calificaciones formales de entrada

Posicional: Depende de la presencia o ausencia de algún atributo (posición en un grupo formalmente constituido)

Reputacional: Utiliza el juicio de informantes estratégicos para delimitar a los actores que participan.

Relacional: Incluye aquellos actores que participan en una relación específica (hecho o actividad).

#### **4.1 DIAGRAMA FUNCIONAL ESTRUCTURALISTA DE SUBSISTEMAS**

El diagrama de subsistemas ilustra la estructura global del sistema. Este enfoque está basado en las funciones de los agentes<sup>3</sup>, en el que los subsistemas se agregan según la función que realizan, representando los recursos contenidos y las interacciones que proveen flujos y dinámica.

#### **4.2 DINAMIZACIÓN DEL SUBSISTEMA PRODUCTIVO**

En este nivel se han desarrollado incipientemente procesos formales de integración económica; sin embargo, la estructura productiva es desigual y está fragmentada, derivada de la excesiva proliferación de organizaciones y colectivizaciones, cuya heterogeneidad y especialización debe permitir el desarrollo, pero donde la especificidad y el individualismo aún en dispersión las inefectivas acciones emprendidas, obstaculizando su consolidación (individual y colectiva, como un todo), por medio de un frente común estable.

#### **4.3 DINÁMICA DE LA FINANCIACIÓN PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN COLOMBIA**

El sector financiero colombiano tiende a evitar el riesgo<sup>4</sup>; por ello, el Estado trata permanentemente de superar las fallas del mercado que entorpecen el proceso (Editores, 2003), mediante la emisión de instrumentos facilitadores de diverso orden, cuya intervención para el fomento innovación (Salazar y Montenegro, 2003), incluyen el otorgamiento de subsidios a la oferta, a la demanda<sup>5</sup>, y la creación de incentivos para la inversión privada en innovación.

En la actualidad el papel de los mercados financieros y de valores en el desarrollo tecnológico es aún inci-

piente e inmaduro. Infortunadamente, esta situación conductual afecta la percepción del riesgo tecnológico, en detrimento de la masificada mortalidad empresarial.

#### **4.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS RELACIONES EN EL SNI**

El establecimiento de redes entre los diferentes actores del SNI se ha convertido en una técnica de innovación efectiva por sí misma, ya que estudios empíricos muestran que las firmas que tienen relaciones de colaboración son más innovadoras que otras con estructuras más centralizadas. Un elemento que ha demostrado ser importante en este fenómeno, es la disponibilidad de mecanismos de respaldo a los procesos de gestión y coordinación (información y comunicación) de las relaciones. En el país, la estructuración de redes de información pertinentes a las temáticas de la Innovación y el Desarrollo Tecnológico y Empresarial es dispersa y dista de estar (auto) organizada.

#### **4.4 CONFIGURACIÓN DE LA RED DE INNOVACIÓN IDENTIFICADA**

En la figura 4 se representa el producto del diagnóstico realizado para establecer la constitución real del “Sistema” de Innovación; se editaron los agentes con relaciones más representativas, caracterizados por su color como instituciones de origen financiero (negro), asociaciones de organización empresarial (amarillo), facilitadoras (rojo) e instituciones especializadas (verde).

<sup>4</sup> Considerando que el riesgo asociado a la innovación tiene dos dimensiones: el conocimiento, antes inexistente en la práctica productiva y probado sólo en forma simulada, a escala de laboratorio y planta piloto; y el riesgo de apertura de nuevos mercados para productos y servicios innovados, en los cuales los consumidores deben incorporar nuevas formas de comportamiento.

<sup>5</sup> Los subsidios a la oferta están orientados a apoyar los agentes del subsistema tecnológico. Por otra parte, los subsidios a la demanda se destinan al apoyo de iniciativas de cambio, que benefician directamente a las empresas.

La red de interacciones obtenidas evidencia la situación actual del Sistema, con fortalezas intrasectoriales, pero deficiencias en la interacción entre subsistemas.

#### **4.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA DINÁMICA EN EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN CONJUNTAS**

En el marco de desarrollo de esta exploración, el concepto de política es entendido como una declaración formal que relaciona las fuentes informacionales con los flujos de decisión y acción resultantes. Consistente con este objeto, la modelización distingue de 3 niveles de desarrollo (Operación, decisión e información), como sugiere Le Moigne<sup>6</sup>.

##### **4.4.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DEL MODELO**

La naturaleza del modelo representa un ciclo virtuoso (Figura 5) constituido por las actividades de innovación (Durán et al.) y, con esto, el aumento de competitividad por medio de la difusión intersectorial de los resultados exitosos de las innovaciones realizadas conjuntamente.

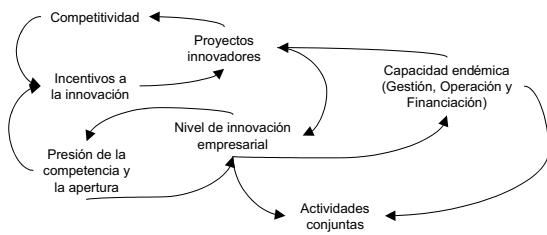


Figura 5 - Síntesis del modelo de bucles causales identificado

En cuanto a los ciclos de compensación, el impacto de las actividades de innovación está restringido por las capacidades tecnológicas existentes en el país y los mercados externos; aunque pareciese una contradicción, la competencia tiene efectos desfavorables simultáneamente para las actividades de innovación, visibles a la variedad del sistema (Ver Modelo Expandido Figura 6).

#### **4.4.2 EXPLORACIÓN DE POLÍTICAS DE BASE ESTRUCTURAL**

La naturaleza condicionada del proceso de innovación denota un comportamiento que emerge endémicamente, sustentado por sus características *country specific*. Este comportamiento estructuralmente determinado, reconocido como Path Dependency, ha sido considerado en la incorporación de políticas tradicionalmente utilizadas de modo no sostenido y efímero. Su legitimidad y viabilidad, previa revisión documental de los documentos Conpes (Conpes 3297, 2004) y lineamientos de mediano plazo desarrollados por Colciencias y el DNP, redefinieron activamente los modos de consideración del sistema en la toma de decisión orientadora desde el marco público, normalmente ajustado institucionalmente a reglas heurísticas (de racionabilidad limitadas), basadas en juicios intuitivos, no siempre efectivos.

En particular la tabla 2 amplía y clarifica los efectos de las políticas de prueba, cuyas implicaciones estratégica y operacionalmente sostienen los argumentos, discutidos por Colciencias, sobre la generación de políticas públicas orientadas a estimular la eficiencia sistémica del SNI colombiano.

#### **4.4.3 CONCLUSIONES**

Se exploró un enfoque alternativo de explicación al fenómeno de la eficiencia sistémica del sistema nacional de innovación, en procura de intencionar el direccionamiento de preguntas acerca de los límites del crecimiento del sector empresarial en el país frente la presión de los mercados de apertura internacional, y la estructura de soporte requerida por el SNI.

Hallazgos iniciales en el balance del desarrollo de políticas para armonizar la estructura del Sistema, identifican como puntos de palanca y control:

1. La configuración de los instrumentos financieros de promoción de la innovación, aunque normalizados, comportan sensibilidad en los escenarios de desarrollo del SNI; la situación actual presenta un entorno inercial, sujeto a la poca estabilidad y de

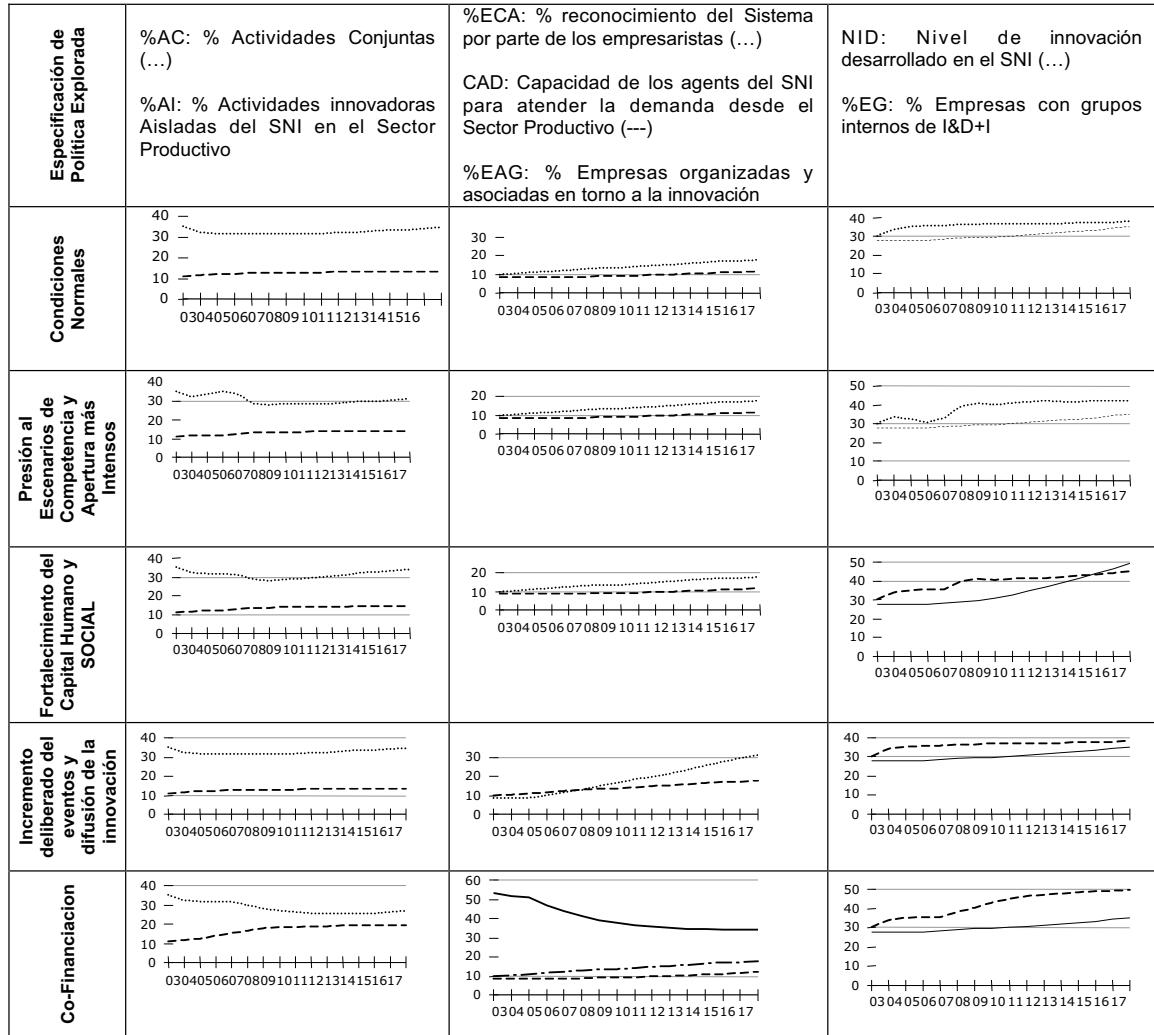


Tabla 2 – Panel de Control del Modelo

6 Arquetipo de modelización de sistemas complejos de Jean Louis Le Moigne, constituido por unidades de inteligencia o concepción, coordinación o selección.

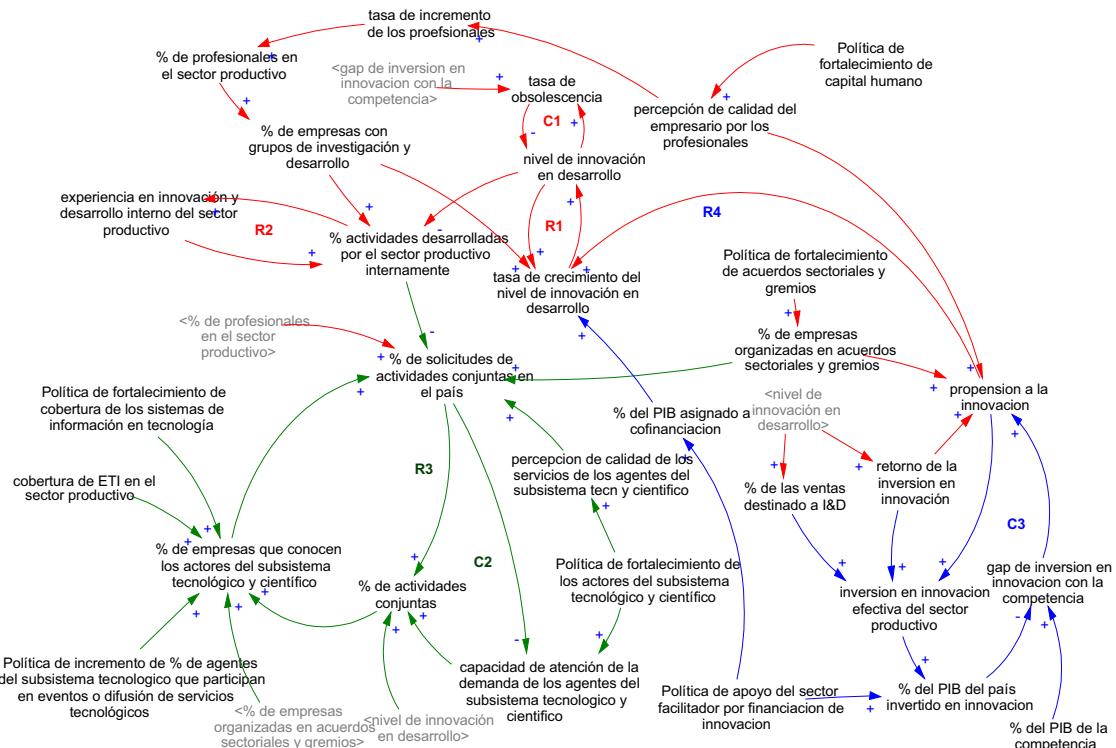


Figura 6 – Diagrama de Ciclos Causales

para la Asociatividad Empresa – Agentes SNI

sarrollo de los instrumentos. Independiente de ello, el impacto de los mecanismos de desarrollo basados en cofinanciación y distribución del riesgo tiene una alta implicación en el desarrollo de espacios asociativos, al elevar consistentemente los índices de actividades conjuntas.

2. Por otra parte, los incentivos a la innovación empresarial que mayor efecto sostienen son los servicios de comercialización mediatizadas por ferias, mecanismos de información y comunicación (espacios de reconocimiento e interacción entre agentes e interfaces sistematizadas de proyectos y depositarios de ideas innovadoras), en la forma de interfaces normalizadas, que actualmente están dispersas y desactualizadas.

3. El fortalecimiento de los mecanismos de gestión colaborativa y articulada del sistema, a través

de la concreción de espacios participativos, en la forma de gremios y acuerdos sectoriales tienen implicaciones positivas, en la constitución de espacios de intercambio y desarrollo más dinámico.

#### Desafíos de Investigación Identificados

El problema de la innovación es un referente aún incipiente en la discusión nacional, cada vez tomando mayor reconocimiento aunque no preponderancia; las implicaciones de mayor alcance comprenden el énfasis de la importancia de la integración como un requisito de la dinámica del fenómeno de la innovación, donde la gestión como tecnología blanda, y la reconstrucción del capital social organizacional a nivel de cadena para el desarrollo de redes de proveedores y la integración de clientes de servicios intensivos en conocimiento, encuentra pertinencia.

**BIBLIOGRAFÍA**

**Banco Interamericano de Desarrollo.** 2001.

The Innovation Systems of Latin America and The Caribbean.

*Research Department Working Paper Series Nro. 460.*  
Nueva York: BID. pp. 12.

**Boisier, Sergio.** 2002.

¿Y si el desarrollo fuese una emergencia sistémica?  
(en línea). Primera Edición. Chile.

**Cepal. Essner, klauss.**

Competitividad Sistémica.

CEPAL. Nro. 50.

**Cohen, D.** 2002,

"Growth in Theory and in Practice".

In *The Development is Back.*, OECD, ed., Paris, pp. 47.

**Colciencias.** 1997.

Articulación Y Fortalecimiento De Los Sistemas Regionales  
De Innovación En Colombia.

Bogota: Colciencias.

**Coppes 3297.**

DNP.

Bogota. 2004.

**DAPD.** 2000.

*Hacia una Estrategia de Competitividad para  
la Ciudad en el Marco del Ordenamiento  
Territorial.*

DAPD. Bogotá, pp. 24.

**DURÁN et al. DNP.**

*Innovación Tecnológica en Colombia.*

*Características por tipo y tamaños de empresa.*

Bogotá. pp. 46.

Departamento Nacional de Planeación. 2000.

**Durán, Xavier.**

*La innovación tecnológica en Colombia.*

*Características por Sector industrial y región  
geográfica.*

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.  
Bogota.

Departamento Nacional de Planeación. 2001.

*Los Acuerdos Sectoriales de Competitividad.*

Bogota: DNP.

Departamento Nacional de Planeación.

*CONPES 3080.*

Bogotá. 2000. pp. 7.

Departamento Nacional de Planeación. 2000.

*Plan estratégico del Plan Nacional de Desarrollo  
Tecnológico Industrial y Calidad.*

Bogota: DNP.

**Gómez, Diego.** 2003.

*Innovación y desarrollo económico: revisión  
teórica, análisis empírico y modelo dinámico.  
Paper en formato electrónico. [documento pdf en  
línea].*

Primera Edición. Medellín. Centro de Estudios en  
Economía Sistémica.. Disponible en Internet  
<http://www.ecsim.org/es/pub/innovacion.asp>

**Editores medios & medios.** 2003.

*Guía del Sector Financiero ¡La Integración del  
Sector! Colombia:*

Medios & Medios, pp. 4-5.

**LALL, Sanjaya.** 1996.

*Endogenous development.*

Ed. Creset. Bogota.

Departamento Nacional de Planeación. 2000.

- Legrand, Louis & Associés; PREST (Manchester) y ANRT (Francia). 2002.  
*"Innovation Tomorrow, Innovation Policy and the regulatory framework: Making innovation an integral part of the broader structural agenda".*  
*Innovation papers* No. 28. Luxembourg:  
 Lundvall, Bengt-ke. 1998.  
*"Innovation as an Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of Innovation".*  
 En freeman et al. *Technological Change and Economic Theory*. Londres: Printers.
- Malaver, Florentino. 2003.  
*"Dinámica y Transformaciones de la Industria Colombiana. Artículo de trabajo".*
- Metcalfe. J. Stanley. 1995.  
*"The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectivas".*  
 En: stoneman, John. *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*. Londres: Blackwell.
- Nelson y rosenberg. 1995.  
*"Technical Innovation and National Systems".*  
 En: NELSON.  
*National Innovation Systems*. Oxford University Press, pp. 4.
- OECD. 1999.  
*Managing National Innovation Systems.*  
 pp. 9-10.
- Olson, Jr. 1965.  
*The logic of collective action: Public goods and the theory of groups.*  
 Cambridge: Harvard University Press, pp 27.
- Organización de estados iberoamericaNOS. 2001.  
*Sistemas de innovación y Países en Desarrollo*.  
 El Salvador: OEI, pp. 4.
- Popper y wagner. Rand. 2002.  
*New Foundations for Growth: The U.S Innovation System Today and Tomorrow*.  
 Estados Unidos. Pag. Ix.
- The united nations university intech. 1999.  
*Implications of National Innovations Systems for Developing Countries: Managing Change and Complexity in Economic Development*.  
 Holanda: INTECH,
- MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN SISTÉMICA**
- Forrester, jay. 1961.  
*Dinámica Industrial*.  
 2<sup>a</sup> Edición. Massachussets: El Ateneo.
- Kirkwood, craig. 1998.  
*System Dynamics Methods: A Quick Introduction*.  
 Arizona: Arizona University.
- Le moigne, jean-louis. 1990.  
*La Modélisation des Systèmes Complexes*.  
 Paris: Dunod.

Lugan, jean-claude. 1995.  
*Elementos para el Análisis de los Sistemas Sociales.*  
México: Fondo de Cultura Económica.

Rodríguez, josep. 1998.  
*Análisis Estructural y de redes.*  
México: CIS.

Rothenberg, lawrence. 1988.  
Organizational maintenance and the retention decision in groups.  
*En: American political science review. Vol. 82, Nro. 10 (marzo, 1988), pp. 1129-1152.*

Salazar y montenegro. 2003.  
*La Financiación De Las Iniciativas Empresariales de Innovación Tecnológica en Colombia.*  
Bogotá: DNP, pp 15.

Sterman john. 2000.  
*Business Dynamics.*  
Estados Unidos: Irwin Mc Graw Hill.