Análisis de capacidades y evolución del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia[1]

Analysis of Capabilities and Evolution of the Colombian National Science, Technology and Innovation System

Análise de Capacidades e Evolução do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação na Colômbia

Alvaro Turriago Hoyos Ph.D. [2]
Giovanni Hernández Salazar Ms.C. [3]

Resumen

Este documento considera importantes hitos en el desarrollo del Sistema Colombiano de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTIC). El punto de partida y la guía conceptual que se sigue es el seguimiento de las políticas y las estrategias que el gobierno colombiano, en cabeza de Colciencias, ha seguido para promover las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Una mezcla de narración de hechos históricos y estudio de las normas jurídicas que el gobierno ha promovido desde 1968 hasta el día de hoy es la metodología que permite evaluar y describir las capacidades, logros, fortalezas y debilidades del SNCTIC. Este SNCTIC es por definición un sistema del cual al analizar la evolución de sus insumos, sus procesos y sus resultados, es posible precisar e identificar su evolución y sus capacidades. Algunas comparaciones internacionales se presentan a fin de enriquecer el análisis del SNCTIC desde una perspectiva estratégica.

Palabras claves: Sistema Nacional de Innovación, Capacidades tecnológicas, Innovación, Conocimiento, Aprendizaje, Indicador, Política de Ciencia Tecnología e Innovación, Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia.

Abstract

This paper considers important turning points and the developments of the Colombian National System of Science, Technology and Innovation (CNSSTI). The starting point and the main guide to make such kind of analysis consist in following up the policies and strategies of the Colombian governmental office that improves science, technological and innovative activities which is Colciencias. A mix of historical narration but also the study of juridical laws the Colombian government has been improved since 1968 until present days is the analytical methodology used so as to evaluate and describe the capabilities, achievements, strengths and weaknesses this CNSSTI has been reaching in a period of time of more than forty years. Since the CNSSTI is by definition a system, inputs, processes and outputs are analyzed as a way to specify and identify the evolution but the capabilities of CNSSTI. Some important international comparisons are presenting in order to enrich this strategic analysis of CNSSTI.

Key words: National System of Innovation, Technological Capabilities, Innovation, Knowledge, Learning, Indicator, National Innovation Policy, Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia.

Resumo

Este documento considera importantes marcos miliários no desenvolvimento do Sistema Colombiano de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTIC). O ponto de partida e o guia conceptual que se segue é o cumprimento das políticas e as estratégias que o governo colombiano, liderado por "Colciencias", segue para promover as atividades de ciência, tecnologia e inovação. Uma mistura de narração de fatos históricos e o estudo das normas jurídicas que o governo promove desde 1968 até os dias de hoje é a metodologia que permite avaliar e descrever as capacidades, realizações, pontos fortes e fracos do SNCTIC. Este SNCTIC é, por definição, um sistema do qual, ao analisar a evolução de seus insumos, seus processos e seus resultados, é possível determinar e identificar sua evolução e suas capacidades. Algumas comparações internacionais são apresentadas com o fim de enriquecer a análise do SNCTIC desde uma perspectiva estratégica.

Palavras-chave: Sistema Nacional de Inovação, Capacidades tecnológicas, Inovação, Conhecimento, Aprendizagem, Indicador, Política de Ciência Tecnologia e Inovação, Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação da Colômbia.

Entregado en 11/03/2011 | Aprobado en 30/05/2011.

1. Trabajo de investigación realizado por los autores en la Universidad de la Sabana. Forma parte de un estudio más amplio sobre el mismo tema.
2. Magister en educación, Universidad de La Sabana. Doctorado en economía, Universidad de Navarra. Postdoctorado Universidad de California Santa Bárbara USA. Economista, Universidad del Rosario. Profesor de economía, Universidad de la Sabana. alvaro.turriago@unisabana.edu.co
3. Profesor asistente de la Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de la Sabana; MA en Economía de la Universidad de los Andes; Especialización en Administración del Desarrollo Regional de la Universidad de los Andes, economista de la Universidad del Rosario. Correo electrónico: giovanni.hernandez@unisabana.edu.co

Introducción

La generación de conocimiento operativo e innovaciones son consideradas, hoy por hoy, las fuentes, por excelencia, generadoras de riqueza en la economía, así como también de mejoramiento del nivel de vida de la población. Muchos países, Colombia entre ellos, han impulsado y sostenido dentro de sus políticas económicas, no solo el fortalecimiento a la innovación sino también el de las actividades de ciencia y tecnología ya que los gestores de la política pública, no desconocen sus innegables y significativos impactos en el crecimiento y en el desarrollo económico del país.

Este trabajo lleva a cabo una revisión de la evolución de las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia (SNCTIC), buscando así perfilar la forma como se ha venido generando y estructurando conocimiento operativo en la sociedad colombiana. Las capacidades consideradas en este trabajo se reducen a tres, las de producción, las de inversión y las de innovación. Se acude al análisis que permiten los indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), que cada día están cada vez mejor estructurados y son recogidos con más rigor y periodicidad.

Se considera el SNCTIC desde la perspectiva analítica de un sistema, es decir, como una estructura dinámica que está conformada por unos insumos, unos procesos y unos resultados. Sobre esta base, se presentan los indicadores más relevantes de cada uno de estos componentes y de su evolución en el tiempo. Respecto de la consideración de los procesos, se maneja una perspectiva de análisis de la legislación en materia de política del gobierno central colombiano en este frente. El estudio de las leyes y de los decretos reglamentarios de las mismas, así como de los documentos CONPES[1] facilitan el estudio de los procesos al interior del cumplimiento de este cometido y también dan una importante perspectiva histórica que garantizan abordar el concepto de evolución.

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia.

2.1. Conceptos

Importa mucho precisar que el SNCTIC es equiparable a la concepción tradicional de Sistema Nacional de Innovación (SNI), concepto ampliamente usado en la literatura científica hoy en día. En efecto, en propuesta hecha por Lundvall [(1995 a) y 1995 b)] y también por Johnson (1995) y análisis hechos por Melo (2001), el SNI viene enmarcado dentro de consideraciones de tipo institucional en las que el aprendizaje interactivo y la innovación buscan ser el centro de análisis. Este tipo de planteamiento descansa sobre un par de supuestos básicos. El primero, sostiene que el recurso fundamental de las modernas economías es el conocimiento operativo *(knowledge)*. El conocimiento como recurso económico es un importante activo socioeconómico que crece o disminuye en valor dependiendo de la forma como se lleve a cabo el importante y vital proceso del aprendizaje *(learning)*. El segundo, supuesto presume que el aprendizaje es esencialmente interactivo y además incorporado a procesos sociales que no pueden entenderse sin tomar en consideración su contexto institucional y cultural.

Según estas perspectivas, el desarrollo histórico de los estados nación con toda su infraestructura de capital social, significan mucho a la hora de acelerar y motivar los procesos de aprendizaje. Los aprendizajes y la difusión del conocimiento están dentro de las asignaturas de política económica y social que cualquier nación se propone impulsar. Dentro de este proceso promovido por el Estado, el reto consiste en enfrentarse a los altos niveles de internacionalización de la economía que presupone igualmente altos niveles de competitividad. Siguiendo la definición dada por (Johnson, 1995), un SNI es toda interrelación estructural e institucional de factores en una nación, que generan, seleccionan y difunden las innovaciones tecnológicas. Los Estados por supuesto pueden contribuir a gestar y velar por una adecuada estructura de los SNI respaldando estas iniciativas con reglamentaciones adecuadas que faciliten la libre configuración y acumulación de conocimiento así como la necesaria solvencia de los procesos de aprendizaje.

Un SNI está constituido por un número de elementos y por las interrelaciones que se presentan entre los mismos. Estos elementos y relaciones interactúan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos, rentables y útiles, dentro y/o fuera de las fronteras de una nación. Los SNI son sistemas sociales, en los cuales la actividad central consiste en el aprendizaje; esta actividad es eminentemente social, ya que demanda interacción entre equipos de personas. Se trata de sistemas dinámicos, caracterizados por importantes retroalimentaciones positivas *(feedback)* que crecen y se reproducen. Los elementos de un SNI se refuerzan unos a otros en la medida en que se promuevan los procesos de aprendizaje e innovación. La causalidad acumulativa, los rendimientos crecientes y los círculos virtuosos son propios de los sistemas de innovación. En estos sistemas la repro-

1. Es bueno precisar que en Colombia existe el Consejo Nacional de Política Económica y Social —CONPES— que es el organismo administrativo en el cual, el poder Ejecutivo colombiano, concentra sus decisiones y aplicaciones de política económica y social del país. Vale la pena comentar que a partir del año 2004, el Director de Colciencias, ha venido siendo invitado a participar en las deliberaciones de esta importante instancia del gobierno central.

ducción del conocimiento de los agentes individuales y colectivos se logra mediante procesos de aprendizaje.

Es importante precisar dos aspectos, el primero de estos es que la innovación no es un evento aislado e independiente sino que por el contrario siempre debe concebirse como un proceso que convoca esfuerzos colectivos interdisciplinarios. En segundo lugar, el aprendizaje interactivo y la acción humana innovadora colectiva de empresarios y científicos *(entrepreneurship)* son fundamentales en el proceso de concretar una innovación. Los procesos de Investigación y Desarrollo (I&D), que son el inicio de la cadena en la generación y creación de nuevos conocimientos operativos, son por definición, trabajos colectivos, en equipos multidisciplinarios.

Desde finales de los años sesenta, el gobierno colombiano, ha venido consolidando el Sistema Nacional de Innovación en Colombia[2], con este fin, ha canalizado recursos financieros para la formación de recurso humano de alto nivel, para la consolidación de infraestructuras necesarias y para la financiación de proyectos de innovación cofinanciados por las empresas y las universidades. La creación de Colciencias en 1968, su posterior transformación en departamento administrativo nacional, la definición concreta de políticas públicas para promover la innovación —estrategias recogidas en documentos CONPES—, la legislación permanente para impulsar la investigación, el fortalecimiento de organismos de capacitación de recurso humano especializado como el Sena, la creación de distintos fondos como Fomipyme, son entre otras, acciones que han venido generando en el país importantes capacidades de producción, de generación de nuevo conocimiento, de inversión y de innovación. Lo más importante de todas estas acciones, es que han dejado al país, la estructuración y creación de capital social; capital social que ha encontrado en evidentes y necesarias alianzas entre el sector productivo y la academia colombianos, su mejor expresión.

Ahora bien, otra importante dimensión conceptual trabajada tiene que ver con el concepto de capacidades del SNCTIC. Las capacidades, hoy por hoy, resultan ser uno de los activos más estratégicos de las sociedades y de las empresas,[3] se pueden clasificar en tres grandes grupos, capacidades tecnológicas de producción, de inversión y de innovación.

Las capacidades tecnológicas de producción se refieren a la condición y conocimientos acumulados por las empresas para manejar sus procesos de producción. Incluye los manejos de ingeniería necesarios para sacar adelante los procesos productivos. También considera el potencial necesario para obtener la información para hacer operativo cualquier tipo de tecnología en un contexto dado. Finalmente, incorporan el conocimiento sobre el mantenimiento y reparación de las máquinas.

Las capacidades tecnológicas de inversión incorporan todo el conocimiento necesario para instalar y expandir la capacidad instalada de una empresa. También los conocimientos necesarios para comprar nuevos equipos y los servicios de soporte derivados de esta adquisición. El potencial necesario para empezar la producción, el entrenamiento de la fuerza de trabajo y la elaboración de estudios de prefactibilidad, forman parte de estas capacidades.

Finalmente las capacidades tecnológicas de innovación, consisten en la creación de nuevas posibilidades técnicas que deben ser llevadas a la práctica económica. En este caso se contemplan también las actividades de invención, incluyendo las mejoras en las tecnologías existentes.

Lo importante de las capacidades tecnológicas es que conduzcan a las empresas a aumentos en sus niveles de productividad y de competitividad[4]. Las capacidades tecnológicas al ser un acervo ¾intangible claro está¾ le pertenecen a las empresas, a las industrias y por supuesto a las sociedades[5].

2. Puede sonar repetitiva la precisión, pero en este documento el SNI y el SNCTIC son tomados como conceptos similares. El segundo, en nuestra opinión, es una 'colombianización' del primero, que es más universal. Se debe en honestidad reconocer que para algunos entendidos, se presentan algunas diferencias conceptuales entre uno y otro. Los autores de este artículo, sin embargo, creemos que estas diferencias no invalidan los alcances de las consideraciones hechas en este documento.

3. Véase Manual de Bogotá, páginas 67 a 69.

4. Sin lugar a dudas los indicadores de competitividad, hoy en día ampliamente conocidos, calculados por instituciones como el Índice WEF (World Economic Forum) del Global Competitiveness Report; El Índice IMD (International Institute for Management Development) del The World Competitiveness Yearbook; la Metodología CAN (Análisis de Competitividad de los países) de la CEPAL, entre otros.

5. Se trata sin embargo, de un tipo especial de activos intangibles. Su cálculo se basa en estimaciones muy parecidas por ejemplo a las que las empresas hacen de su good-will —derivado del prestigio acumulado en clientes, empleados y proveedores, que resulta difícil de estimar, dado el alto nivel de subjetividad que tiene—. ¿Cómo se puede medir el valor de la red de proveedores y distribuidores de una empresa, de una industria, de una región, de un país? o ¿cómo se puede estimar el valor de técnicas gerenciales exitosas en las empresas, en las industrias, en las regiones en los países? o ¿cómo medir el valor de la red de clientes, con todas las relaciones de confianza que incorpora la atención prestada por un período largo de tiempo? Pues bien, este es el tipo de cuestiones e interrogantes que se deben enfrentar al momento de querer medir las capacidades tecnológicas de una empresa, de una industria, de una región y de un país.

Política del Estado colombiano en materia de CTI.

El estudio de la política del gobierno colombiano en materia de CTI se hará desde dos perspectivas muy precisas. La primera, tiene que ver con la consideración de la expedición de dos importantes leyes, la Ley 29 de 1990 y la Ley 1286 de 2009. La segunda, desde la perspectiva del despliegue de la política económica y social en CTI, que se concreta en dos documentos CONPES: el 2739 de 1995 y el 3582 de 2009. El seguimiento a este par de leyes y de documentos CONPES relacionados con los temas de CTI garantiza un panorama iluminador sobre la evolución de estas actividades en el contexto nacional.

Ley 29 de 1990

Vale la pena precisar que era una ley muy reducida en contenido: solo tenía doce artículos. Fue expedida por el poder Ejecutivo que en ese momento gozaba de facultades extraordinarias, precisadas en el artículo 76 de la Constitución Nacional en la versión anterior a la actual Constitución de 1991, es decir facultadas otorgadas al Ejecutivo —en ese entonces Virgilio Barco— cuando se presentaba una situación nacional de Emergencia Económica. La ley 29 dictó disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y otorgaba facultades extraordinarias a los ejecutores de esta política pública. Quizá sus artículos más importantes, eran los dos primeros, pues recogían la misión que le corresponde al Estado en el sentido de promover y orientar el adelanto científico y tecnológico y, por lo mismo, está obligado a incorporar la ciencia y la tecnología a los planes y programas de desarrollo económico y social del país y a formular planes de ciencia y tecnología tanto para el mediano como para el largo plazo. Asimismo, deberá establecer los mecanismos de relación entre sus actividades de desarrollo científico y tecnológico y las que, en los mismos campos, adelanten la universidad, la comunidad científica y el sector privado colombianos. En el artículo segundo se precisaba que la acción del Estado en esta materia se dirigía a crear condiciones favorables para la generación de conocimiento científico y tecnología nacionales; a estimular la capacidad innovadora del sector productivo; a orientar la importación selectiva de tecnología aplicable a la producción nacional; a fortalecer los servicios de apoyo a la investigación científica y al desarrollo tecnológico; a organizar un sistema nacional de información científica y tecnológica; a consolidar el sistema institucional respectivo y, en general, a dar incentivos a la creatividad, aprovechando sus producciones en el mejoramiento de la vida y la cultura del pueblo.

Los decretos reglamentarios de la Ley 29 eran por supuesto de un alcance e importancia sin igual en el proceso de consolidación del SNCTIC. Estos decretos fueron principalmente el 585 de 1991 que creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; el 393 de 1991 que facilitaba y patrocinaba la asociación entre particulares para el impulso y promoción de actividades de ciencia, tecnología e innovación, creándose de esta manera nuevas modalidades de proyectos cofinanciados entre particulares y organismos del Estado; el 591 de 1991, que reguló las modalidades específicas de contratos de fomento de actividades científicas y tecnológicas. Con respecto a este último decreto es bueno comentar que definió lo que en el país se entendía por actividades científicas y tecnológicas, que eran las siguientes:

1. Investigación científica y desarrollo tecnológico, desarrollo de nuevos productos y procesos, creación y apoyo a centros científicos y tecnológicos, y conformación de sedes de investigación e información.
2. Difusión científica y tecnológica, esto es, información, publicación, divulgación y asesoría en ciencia y tecnología.
3. Servicios científicos y tecnológicos que se refieren a la realización de planes, estudios, estadísticas y censos de ciencia y tecnología; a la homologación, normalización, metrología, certificación y control de calidad; a la prospección de recursos, inventario de recursos terrestres y ordenamiento territorial; a la promoción científica y tecnológica; a la realización de seminarios, congresos y talleres de ciencia y tecnología, así como la promoción y gestión de sistemas de calidad total y de evaluación tecnológica.
4. Proyectos de innovación que incorporen tecnología, creación, generación, apropiación y adaptación de la misma, así como la creación y el apoyo a incubadoras de empresas, a parques tecnológicos y a empresas de base tecnológica.
5. Transferencia tecnológica que comprende la negociación, apropiación, desagregación, asimilación, adaptación y aplicación de nuevas tecnologías nacionales o extranjeras.
6. Cooperación científica y tecnológica nacional o internacional.

Lo interesante de estas precisiones y de la promulgación de este decreto es que se generaron nuevas y expeditas modalidades de contratación entre el Gobierno y sus entidades descentralizadas y los particulares. Se empezaban a obviar de esta forma formas de contratación con el Estado colombiano más complejas, señaladas en la ley 80 de 1993. También en decretos reglamentarios de la Ley 29 y en resoluciones del Ministerio de Hacienda se señalaron importantes exenciones tributarias para la importación de bienes de capital que se usarían en investigación, a la produc-

ción de software de alto contenido nacional y a las inversiones o donaciones en instituciones y en actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

Sintetizando un poco, la expedición de la Ley 29 y de sus decretos reglamentarios puso en práctica en el país, nuevas formas de asociación contractual para el desarrollo de proyectos de innovación, ciencia y tecnología, cofinanciados por el Estado y por los particulares. Esto marcó un importante hito en la historia de la CTI en Colombia.

Ley 1286 de 2009

Se trata de una ley un poco más extensa que está compuesta de 35 artículos. El objetivo general de esta ley es fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y a COLCIENCIAS para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, para darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional. Entre los alcances más relevantes se tiene que transformó a COLCIENCIAS en un Departamento Administrativo; que creó el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas; que puso a las actividades de la CTI como importantes promotoras del desarrollo económico y social del país y que manifiesta interés por el desarrollo en CTI de las regiones de Colombia, permitiendo que ingresen recursos de origen presupuestal departamental al gran fondo nacional que administra COLCIENCIAS. No es posible de momento adelantar más conjeturas sobre sus alcances dado lo reciente de la sanción de esta ley.

Documentos CONPES

El documento CONPES 2739 de 1994 definió el SNI como: "Modelo colectivo e interactivo de aprendizaje, acumulación y aplicación del conocimiento, en el que intervienen empresas, gremios, centros de desarrollo tecnológico, centros de capacitación y servicios tecnológicos, universidades, sindicatos, consultores, entidades financieras y entidades del gobierno, con el fin de fortalecer la capacidad de innovación, productividad y competitividad para un desarrollo social y económico sostenible del país".

De este CONPES 2739 se colige que el SNI en Colombia quedaba a la vez estructurado en cuatro subsistemas. El primero de estos, un subsistema científico, conformado por los agentes y organizaciones que adelantan el proceso de generación de conocimiento vía investigación básica y aplicada, y que tradicionalmente se encuentran en las universidades trabajando con sus grupos de investigación. Un segundo subsistema tecnológico, que en este caso era una completa novedad pues agrupaba varios agentes que antes no enfocaban sus actuaciones hacia una finalidad común en el frente de generación de conocimiento. Fue de esta manera como aparecían muy bien perfiladas las actividades del subsistema tecnológico en organismos como los Centros de Desarrollo Tecnológico, las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica, los Parques Científicos y Tecnológicos, los Centros de Formación Técnica, los Centros de Productividad y de manera muy especial, se hacía claridad sobre el vital papel que los organismos de Normalización, Metrología y Calidad cumplían dentro de esta nueva institucionalidad que se estaba gestando en el país.

Un tercer subsistema era el financiero conformado por instituciones públicas y privadas encargadas de otorgar créditos, subsidios y ayudas, mediante la financiación de proyectos de innovación. Evidentemente, el último subsistema estaba conformado por el conglomerado de empresas, o subsistema productivo.

La legislación más reciente de política pública quedó recogida en el CONPES 3582 de 2009 donde la nueva administración presidencial de Juan Manuel Santos identifica la innovación como una de las 'cinco locomotoras' del desarrollo económico del país. La idea más interesante quizá es plantear con especial vigor la hipótesis de usar la generación de conocimiento como variable que genera desarrollo económico.

En la Tabla 1 se recogen los eventos históricos más importantes del desarrollo del SNCTIC desde la creación de COLCIENCIAS en 1968 hasta la fecha de la publicación de este artículo.

1968	Creación de Colciencias.
1982	Otorgamiento primer crédito del BID concedido a Colciencias como organismo nacional que puede consolidar la función de promoción y consolidación de la ciencia y del desarrollo tecnológico. Se suma a este crédito uno contratado por el Icfes para el fomento de maestrías.
1990	Sanción de la Ley 29 de Ciencia y Tecnología, reglamentada por los decretos 585, 393 y 591 de 1991.
1992	Otorgamiento segundo crédito del BID para impulso a la generación de conocimientos científicos y desarrollo tecnológico y su difusión y aplicación especialmente en la malla industrial del país.
1994	Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo o 'Misión de Sabios'.
1994	Impulso al desarrollo del Sistema Nacional de Innovación mediante documento CONPES 2739
1997	Otorgamiento tercer crédito del BID que potenció las infraestructuras de ciencia y tecnología en Colombia.
2002	Estructuración la Red Scienti en Colombia con las implicaciones que este hecho va a tener en la consolidación de instrumentos como el CvLac y el GrupLac, evento que transformará las estrategias operativas de universidades e institutos de investigación en Colombia.

2005	Firma del 'Pacto Nacional por la Innovación' entre el gobierno, el sector investigador y las empresas. Una de las apuestas más claras es la intención de llevar a 1% del PIB colombiano el gasto en CTI.
2004	Diseño y aplicación de la 'Segunda Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico'
2008	Diseño y aplicación de la 'Tercera Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico'.
2009	Sanción de la Ley 1286 de Ciencia Tecnología e Innovación.
2009	Colciencias recibe como resultado de la aplicación de la ley 1286, nueva estructura administrativa como Departamento Administrativo.
2009	Diseño y aplicación de la 'Cuarta Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico'.
2011	Diseño y aplicación de la 'Quinta Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico'.

Tabla 1. Resumen histórico de los principales acontecimientos del SNCTIC. Fuente: Recopilación de los autores.

Indicadores de Contexto, de Entrada, de Inversión y de Resultado del SNICTIC

Indicadores de contexto

La Tabla 2, considera algunos indicadores de contexto, que permiten inferir aspectos relacionados especialmente con el tamaño de Colombia de cara a otras naciones. De los análisis y comparación de estos indicadores de contexto es posible señalar la existencia de algunas importantes brechas.

País	Población	PIB (Precios Corrientes)	Patentes otorgadas
Colombia	44,45 millones	US$ 239 miles de millones	Residentes: 31 No residentes: 378 Total: 409
Brasil	189,60 millones	US$ 1.635 miles de millones	Residentes: 529 No residentes: 2.249 Total: 2.778
España	46,16 millones	US$ 1.611 miles de millones	Residentes: 2.202 No residentes: 18.705 Total: 20.907
Estados Unidos	304,53 millones	US$14.369 miles de millones	Residentes: 91.980 No residentes: 93.244 Total: 185.224

Tabla 2. Indicadores de contexto 2008. Fuente: (1) 2008. http://www.ricyt.org/indicadores/

De los indicadores antes presentados es posible inferir varias cosas. En primer lugar, todos estos indicadores no tendrían sentido si se mantienen dentro de un entorno meramente local, en otras palabras, es necesario hacer comparaciones con el desempeño de otros países, tanto en la región, como de otras zonas más desarrolladas. Por esta última razón se trabajan estos indicadores con tres países —Brasil, España y Estados Unidos[6]— que si bien son un colectivo variado de países, sin embargo, mantienen fuertes lazos de relación económica y científica con Colombia. En segundo lugar, en cuanto a niveles de producción agregada si se compara Colombia con España o Brasil se encuentra que estas economías son en promedio ocho veces más grandes que la colombiana. Respecto de los Estados Unidos, la economía más grande del mundo, su producción es aproximadamente 60 veces el tamaño de la colombiana. Respecto de otro importante indicador de generación de conocimiento operativo, como es el caso de las patentes, se ve que Estados Unidos patenta más de cuatrocientas veces que Colombia, España cincuenta veces más y Brasil siete veces más. De manera que se puede deducir que en el frente de generación de patentes en Colombia el atraso es definitivamente importante.

Indicadores de entrada y de inversión

La Tabla 3 muestra algunos indicadores tanto de insumos como de resultados producidos en Colombia desde 1995 hasta 2008 por el SNICTIC. Estos indicadores se presentan teniendo en cuenta que el SNICTIC es un sistema que recibe insumos —dos básicamente: recursos humanos y recursos financieros—; que adelanta procesos, especialmente en el frente de la investigación y el desarrollo (I&D); y que genera o produce resultados, expresados en generación de conocimientos y de innovaciones.

Los indicadores que se han tomado como mejor aproximación a los insumos que entran al SNICTIC son en primer lugar, los Gastos en CTI y su participación como porcentaje del PIB y en segundo lugar, el Número de Investigadores. Respecto de los resultados se tomaron como referencia el número de Patentes Otorgadas[7]. Como indicador de producción intelectual de alto nivel se presentan las publicaciones de artículos científicos en índices de alta citación científica: concretamente el *Science Citacion Index*, CSI. Respecto de la 'producción' de recurso humano de alto nivel se consideran tanto los doctores como

6. La selección de estos tres países no responde a una selección justificada en argumentos basados en antecedentes de comparaciones o investigaciones anteriores, que por cierto no son abundantes, al menos para el caso colombiano. Se basa en criterios más bien subjetivos de los autores que responden a su experiencia como actores y en ocasiones gestores de política del SNCTIC.

7. La patente es un documento de alto rigor técnico, científico y jurídico. Da respaldo jurídico a una invención aplicable y útil, que puede ser comercializada en los mercados. Es decir, una patente combina de forma ideal, la dimensión científica con la innovadora, la jurídica y también con la comercial.

los magísteres graduados por año. La Tabla 3 inicia la presentación de estos indicadores al interior del entorno colombiano, las gráficas 1 y 2 hacen comparaciones internacionales de estos mismos indicadores.

Insumos				
	1995	2000	2005	2008
Gasto en CTI (millones de US$ corrientes)	833,37	692,24	1.439,80	1.489,38
Número de investigadores	3.840	4.779	13.214	14.983
Resultados				
	1995	2000	2005	2008
Patentes otorgadas	365	595	256	409
Publicaciones en el Science Citacion Index	358	734	950	2184
Doctores graduados por año	0	29	48	98
Magíster graduados por año	1.531	1.443	2.435	2.911

Tabla 3. Resumen de insumos y resultados del SNICTIC. Fuente: http://www.ricyt.org/indicadores/

La Tabla 3 se constituye en una síntesis de lo que ha recibido el SNICTIC en un período que va desde 1995 hasta 2008. El país innegablemente ha crecido tanto en gasto en CTI —monto que en el período analizado casi se duplica en valor— como en el número de investigadores que es fácil ver como prácticamente se cuadruplica. Respecto de los resultados, es evidente el crecimiento de seis veces la producción intelectual de artículos científicos en el período analizado y la duplicación en el número de magísteres formados cada año. No es satisfactoria, sin embargo, la generación de patentes ni la formación de doctores, valores que aumentan muy poco, sin corresponder a las necesidades que tiene el país.

Ahora bien si se refuerzan las consideraciones realizadas hasta ahora respecto de los insumos con el indicador ampliamente utilizado de participación porcentual de los gastos en CTI en el PIB es posible identificar y cuantificar mejor las brechas que tiene nuestro país respecto del resto mundo.

El Gráfico 1 a continuación permite ver las brechas tan marcadas de Colombia en este importante frente de inversión nacional. Mientras Estados Unidos, que tiene un PIB sesenta veces el valor del PIB colombiano está invirtiendo a ritmos constantes de casi un 3%, y Brasil y España, que son economías en promedio ocho veces más grandes a la colombiana, convergen con un monto cercano o igual a 1,5%; Colombia a la fecha, no ha logrado remontar el medio punto porcentual al año. En 2008, por ejemplo, este guarismo no superó el 0,3% del PIB colombiano.

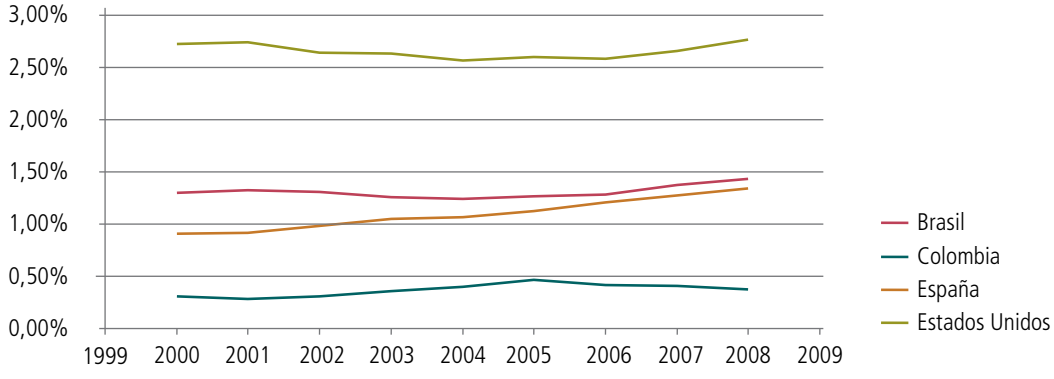

Gráfico 1. Gastos in CTI como % del PIB. Fuente: RYCIT. http://www.ricyt.org/indicadores/

La brecha colombiana en inversión en CTI para el tamaño de su PIB debe ascender y situarse en niveles mínimos cercanos a los US$2.500 millones anuales.

La Tabla 4 muestra las cifras de Colombia frente a los tres países objeto de esta comparación.

Comparar los indicadores de insumos y de resultados de Colombia con los tres países analizados, solo dejan una amarga sensación de desencanto. Los aumentos que Colombia ha logrado impulsar, y que se han resaltado antes, evidentemente palidecen ante los resultados y las inversiones de los países comparados.

Brasil y España en el último año analizado están destinando montos entre veinte —Brasil— y trece veces —España— mayores a los que destina Colombia.

La comparación en este caso con Estados Unidos, ni siquiera viene al caso. Para Colombia ubicarse dentro de las 'ligas' brasileras y españolas, debe aumentar este valor de la inversión, teniendo en cuenta el tamaño del PIB colombiano a montos ubicados en rangos entre los US$2.500 a US$3.500 millones anuales en CTI.

	2000	2002	2004	2005	2008
Gasto en C&T COLOMBIA	US$367 millones	US$378 millones	US$514 millones	US$632 millones	US$1.489 millones
Gasto en C&T BRASIL	US$15.890 millones	US$17.324 millones	US$18.491 millones	US$20.105 millones	US$29.543 millones
Gasto en R&D ESPAÑA	US$7.781 millones	9.808 millones	11.800 millones	13.284 millones	18.752 millones
Gasto en R&D ESTADOS UNIDOS	US$267.557 millones	US$276.591 millones	US$300.060 millones	US$323.546 millones	US$397.629 millones

Tabla 4. Gastos en CTI en tres países, comparación con Colombia. (Dólares corrientes de Estados Unidos). Fuente: http://www.ricyt.org/indicadores/

Indicadores de Resultado

La Tabla 5 presenta un resumen de los indicadores de resultado de Colombia frente a los países objeto de comparación. Como se ha señalado atrás, el atraso en otorgamiento de patentes en Colombia es innegable. Preocupa adicionalmente, que el país no ha mostrado signos de aumentos importantes en este frente en el período analizado. La explicación a esta situación se puede deber a que tanto al colectivo empresarial como al de investigadores en Colombia les falta más conciencia y más formación en el frente de formulación de patentes. La importancia de este importante instrumento de defensa de la Propiedad Intelectual (IP) como promoción de la competitividad de las empresas y del país es innegable.

	1995	2000	2005	2008
Patentes otorgadas COLOMBIA	365	595	256	409
Patentes otorgadas BRASIL	4.069	6.670	2.819	2.778
Patentes otorgadas ESPAÑA	14.734	13.334	21.105	20.907
Patentes otorgadas ESTADOS UNIDOS	101.419	157.494	143.806	185.224

Tabla 5. Indicadores de Resultado de los SNI en tres países, comparación con Colombia.

	1995	2000	2005	2008
Publicaciones en el Science Citacion Index COLOMBIA	358	734	950	2184
Publicaciones en el Science Citacion Index BRASIL	6727	12895	18765	31903
Publicaciones en el Science Citacion Index ESPAÑA	18379	24951	34846	45130
Publicaciones en el Science Citacion Index ESTADOS UNIDOS	303585	321668	375401	397198

Tabla 5. Indicadores de Resultado de los SNI en tres países, comparación con Colombia. (Continuación). Fuente: http://www.ricyt.org/indicadores/

Ahora bien, respecto de otro indicador de resultado, la producción de artículos científicos de alto nivel —calidad científica medida en el hecho mismo de ser aceptada como publicación en revistas científicas de alto rigor y nivel científico, donde la calificación por pares, se constituye en garantía de calidad de esta producción—, es posible ver cómo en el período analizado esta producción se multiplicó por seis en Colombia, pero al hacer las comparaciones con Brasil y España, el atraso es considerable, pues estos países publican trece y veinte veces más, respectivamente, que Colombia.

Indicadores de Recurso Humano

La Tabla 6 arranca presentando una visión de conjunto del personal que se ocupa de trabajar en actividades de CTI. La posición de Colombia frente a España y Brasil es tristemente lamentable. Ambos países convocan guarismos que representan veintiséis y veinte veces más recurso humano especializado en actividades de CTI que Colombia. El 'Documento de los Sabios' convocada en 1993 había recomendado que Colombia debería tener por lo menos el 0,1% de su población formada con el nivel académico de doctorado, en otras palabras, estaba demandando un total de al menos 45.000 doctores para Colombia, según la población que a la fecha tiene el país. La brecha es evidente y muy grande. Haciendo un cálculo rápido a Colombia aún le falta formar más de treinta mil doctores.

	2000	2002	2004	2005	2008
Personal en CTI BRASIL	231.160	235.822	298.379	328.932	397.720
Personal en CTI COLOMBIA	4.779	10.292	12.651	13.214	14.983
Personal en CTI ESPAÑA	209.011	232.019	267.942	282.804	309.893
Personal en CTI ESTADOS UNIDOS	2.187.000	2.330.000	n.d.	n.d.	n.d.

Tabla 6. Recurso Humano de Alto Nivel en tres países, comparación con Colombia. Fuente: http://www.ricyt.org/indicadores/

El número de doctores que Colombia viene formando al año es tremendamente bajo. No se puede desconocer que se hacen importantes esfuerzos por parte del gobierno central en cabeza de COLCIENCIAS y de otras instituciones del Estado que sin embargo no son suficientes de momento. La situación en este importante frente se le puede describir como desesperada. Se necesitan 'tratamientos de choque' para lograr en el lapso de los próximos cinco años —por poner un escenario de tiempo de mediano plazo que se corresponde con un tiempo adecuado para alguien estudie y culmine sus estudios doctorales— el formar un total de seis mil doctores cada año. Sería ubicarnos en niveles cercanos a los de Brasil y España. Respecto de los que se preparan y estudian maestrías la situación es también preocupante. Sería importante tener en cuenta la población de magísteres con intenciones de seguir estudios de doctorado e invitarlos a que sigan ese camino, las becas por parte del sector público y privado, deberían aumentar y buscar formas que faciliten su utilización.

	1995	2000	2005	2008
Doctores graduados por año COLOMBIA	0	29	48	98
Doctores graduados por año BRASIL	2492	5344	8991	10611
Doctores graduados por año ESPAÑA	5623	6276	n.d.	7302
Doctores graduados por año ESTADOS UNIDOS	44513	44808	52631	55300

Tabla 7. Recurso Humano, Doctores y Magíster, comparación con Colombia.

	1995	2000	2005	2008
Magíster graduados por año COLOMBIA	1.531	1.443	2.435	2.911
Magíster graduados por año BRASIL	8955	18381	30704	36014
Magíster graduados por año ESPAÑA	n.d.	87339	n.d.	n.d.
Magíster graduados por año ESTADOS UNIDOS	399428	457056	574618	631000

Tabla 7. Recurso Humano, Doctores y Magíster, comparación con Colombia. (Continuación) Fuente: http://www.ricyt.org/indicadores/
*n.d.: No disponible.

El Gráfico 2 sintetiza los 'logros' de Colombia en el significativo frente de formación de recurso humano de alto nivel, haciendo una comparación con otros países del resto del mundo respecto del número de científicos y personal dedicado a la investigación y su comparación con Colombia. Colombia con un reducido número de investigadores —un poco más de catorce mil declarados— invierte menos de cincuenta centavos de dólar al año por investigador. Este promedio en Latinoamérica sube a un dólar y medio, mientras que Japón gasta casi seis dólares y Estados Unidos nueve dólares al año por investigador por cada mil personas de la población económicamente activa.

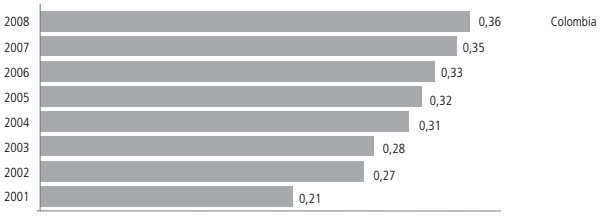

Gráfico 2. Investigadores por cada mil personas de la Población Económicamente Activa. Fuente: RYCIT. http://www.ricyt.org/indicadores/

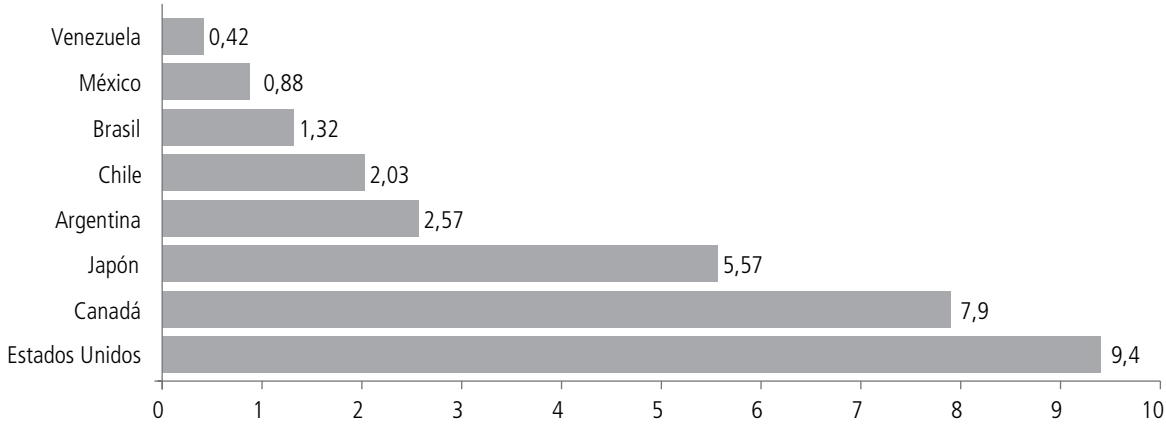

Gráfico 2. Investigadores por cada mil personas de la Población Económicamente Activa. Fuente: RYCIT. http://www.ricyt.org/indicadores/

Conclusiones

Es posible adelantar un análisis estratégico del desarrollo de las capacidades y de la evolución del SNICTIC.

Se puede empezar, como en toda evaluación estratégica, haciendo un inventario de lo que el país ha venido generando hasta el momento. De ese inventario se expondrán primeros los aciertos y los logros para luego presentar los vacíos y las falencias.

Aciertos y logros

1. En primer lugar es bueno destacar que existe y se está configurando capital social expresado en el fortalecimiento de una malla jurídica, política, económica, científica y tecnológica, que a la fecha exalta la función de la CTI en el país. Dentro de los logros de este importante componente vale la pena resaltar el hecho de que el país cada vez más, establece relaciones contractuales en proyectos cofinanciados donde el Estado se asocia con empresas y universidades para financiar y llevar a cabo acciones conjuntas de CTI.
2. La expedición de la Ley 29 de 1990 y de sus decretos reglamentarios puso en práctica en el país, nuevas formas de asociación contractual para el desarrollo de proyectos de innovación, ciencia y tecnología, cofinanciados por el Estado y por los particulares. Esto marcó un importante hito en la historia de la CTI en Colombia.
3. La nueva ley 1289 de 2009 señala derroteros de continuidad en políticas que han mostrado su efectividad. El CONPES 3582 manifiesta la intención del Gobierno de hacer especial énfasis en la generación de conocimiento y de innovación como una forma de impulso al desarrollo socioeconómico colombiano y también expresa continuidad en la política de Estado que en ningún momento desconoce los logros del pasado, sino que los recoge y los potencia.
4. Las actuaciones de política económica del Gobiernos Central han contribuido a potenciar una importante red de instituciones dedicadas a la investigación aplicada y especializada para apoyo de las empresas y de las industrias. La existencia de más de cuarenta Centros de Desarrollo Tecnológico, de tecnologías blandas y duras, así como de varios Centros Regionales de Productividad, es expresión viviente y real de que se está gestando una institucionalidad proclive al desarrollo de la CTI en las regiones del país.
5. Uno de los logros importantes en el frente de la innovación, tuvo que ver con procesos de medición. El más significativo, la implantación de las encuestas de innovación y desarrollo tecnológico.
6. A la fecha Colombia presenta un panorama alentador respecto de su futuro científico y tecnológico. Se han configurado nuevas alianzas entre las universidades y las empresas, se han potenciado grupos de investigación interdisciplinarios, se han puesto en práctica políticas de calificación de la producción científica de los grupos de investigación que permiten establecer posiciones y comparaciones, señalando qué instituciones están promocionando verdaderamente la investigación, cuáles tienen en cuenta la utilización adecuada de instrumentos de propiedad intelectual, quiénes mantienen

alianzas estratégicas entre el sector productivo y el investigativo, cuáles observan la evolución de sus homólogos internacionales buscando sostener procesos y productos de talla mundial.

7. Los procesos que impulsan y promueven las actividades de CTI están montados en el país, están garantizadas las formas contractuales mundialmente aceptadas de cofinanciación y se ha empezado a generar conciencia en investigadores, empresarios, universidades y empresas, sobre la trascendencia que para el país significa el impulso de la generación de conocimiento como instrumento de fomento a la competitividad y al mejoramiento de la calidad de vida.

Vacíos y falencias

1. El desarrollo de capacidades de producción, de innovación y de inversión en CTI, está aún muy rezagado. El mejor indicador de este rezago se encuentra en los bajos niveles de inversión de Colombia en CTI. Es fácil concluir que se necesita triplicar el monto de inversión en CTI para llegar siquiera a un 1.5% del PIB nacional y empezar en términos comparativos, a conquistar posiciones de relevancia en el contexto mundial.

2. La formación de recurso humano de alto nivel es una de las brechas más preocupantes y evidentes de Colombia a la fecha. La necesidad de promoción a la de formación de siquiera unos seis mil doctores al año en Colombia está reclamando una acción inmediata departe del gobiernos, de la clase empresarial y del colectivo de universidades del país.

3. La situación de promoción y respaldo a la actividad de IP en Colombia es también bastante precaria. El bajísimo número de patentes —por no citar otras formas de IP, como las marcas, los modelos de utilidad, las denominaciones de origen, entre otros— en Colombia tendrá que ser corregido para que el país empiece a ser reconocido dentro de los selectos grupos de países industrializados. Difícilmente sin resultados claros e inmediatos en este frente podrá Colombia ingresar por ejemplo a la Organización de Países Desarrollados, OCDE.

4. No obstante los importantes esfuerzos hechos por Colombia en la promoción de la innovación tecnológica, los resultados medidos por las dos encuestas de innovación y desarrollo tecnológico publicadas hasta el momento, presentan de momento frecuencias muy bajas en cuanto a número de innovaciones, de empresas innovadoras, de generación de patentes, marcas y software, entre otros mecanismos que se usan hoy en día de forma natural para competir en mercados cada vez más internacionalizados.

Referencias Bibliográficas

Acuerdo número 0021 de 1994.

Artículo 12 de la Ley 633 del 29 de diciembre de 2000

Artículo 30 de la Ley 633 del 29 de diciembre de 2000

DANE, COLCIENCIAS, DNP, Segunda Encuesta Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico, 2004.

DANE, 'Tercera Encuesta Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico', 2006.

Decreto 2934 del 31 de Diciembre de 1.994

Decreto 591 del 26 de Febrero de 1991

Decreto 585 del 26 de Febrero de 1991

Decreto 584 del 26 de Febrero de 1.991

Decreto 393 del 26 de Febrero de 1991

Decreto 2755 30 de septiembre de 2003

DIAN, Resolución Interna 856 Noviembre 21 de 2001

DNP. 1995, Documento CONPES 2739.

DNP, 2009, Documento CONPES 3582.

JOHNSON, BJÖRN. 1995, "Institutional Learning" en LUNDVALL, BENGT-ÅKE. 1995, "National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning", Londres y Nueva York: Pinter.

Ley 29 de 1990

Ley 633 Diciembre de 2000. Articulo 12.

Ley 788 27 diciembre de 2002

Ley 1286 de 2009

LUNDVALL, BENGT-ÅKE. 1995 a, "National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning", Londres y Nueva York: Pinter.

LUNDVALL, BENGT-ÅKE. 1995 b, "User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalization" en LUNDVALL, BENGT-ÅKE. 1995, "National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning", Londres y Nueva York: Pinter.

MELO, ALBERTO. 2001, "The Innovation Systems of Latin America and the Caribbean", Inter-Amer-

ican Development Bank, Research Department Working Paper Series: 460.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. 1994, Colombia al filo de la oportunidad. Documento de los Sabios. Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, República de Colombia.

Resolución 084 Febrero 12 de 2001

RICYT / OEA / CYTED, COLCIENCIAS/ OCYT. Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. MANUAL DE BOGOTÁ. Marzo 2001

TURRIAGO, ÁLVARO. 1998, 'Temas de Innovación Tecnológica', Bogotá, Ediciones Universidad de La Sabana.

Sitios web consultados

Banco Interamericano de Desarrollo, BID, http://www.iadb.org/res

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, http://www.eclac.org/

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, http://www.dane.gov.co

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS, http://www.colciencias.gov.co

Departamento Administrativo de Planeación Nacional, DNP, http://www.dnp.gov.co

Global Competitiveness Report del WEF, http://www.weforum.org/issues/global-competitiveness

Índice IMD The World Competitiveness Yearbook, http://www.imd.org/research/publications/wcy/index.cfm

International Institute for Management Development, IIMD, http://www.imd.org/

Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología, RICYT, http://www.ricyt.org/indicadores/

The World Economic Forum WEF, http://www.weforum.org/