

# Naturaleza y tendencias de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en América Latina y el Caribe: un análisis crítico al modelo institucional colombiano

**Nature and trends in science, technology and innovation (STI) in Latin America and the Caribbean: a critical analysis of the Colombian institutional model**

**Giovanni Carlos Argel Fuentes**

---

## Resumen

Los países de América Latina y el Caribe, especialmente Colombia, han experimentado un crecimiento tanto en sus políticas de ciencia, tecnología e investigación (CTI) como en sus indicadores de gestión tecnológica. Sin embargo, cifras, filosofía y políticas generales no han sido totalmente estructurales como para superar estándares internacionales que den cuenta de un avance significativo. Así, el objetivo de este artículo es analizar esa evolución y el verdadero impacto de la nueva ley de ciencia y tecnología en el caso colombiano y comparar las políticas de descentralización regional con lo ocurrido en la última década en el continente; analizar la evolución económica y el impacto de la actual crisis frente al desenvolvimiento de la

CTI y qué le espera al país en los próximos años y en especial a sus regiones frente a los procesos revolucionarios de impulso a la innovación y al financiamiento de la ciencia y la investigación científica.

**Palabras clave:** ciencia, tecnología, innovación, modelo institucional.

---

## Abstract

The countries of Latin America and the Caribbean, especially Colombia, have experienced growth in its policies on science, technology and research (STI) as in their technology management indicators. However, figures, philosophy and policies have not been fully structural to overcome

• Fecha de recepción del artículo: 25 de septiembre de 2009 • Fecha de aceptación: 17 de diciembre de 2009.

---

**GIOVANNI CARLOS ARGEL FUENTES.** Magíster en Administración de Empresas. Especialización en Cooperación Internacional y Gestión de Proyectos, Universidad Externado de Colombia, Bogotá. Economista de la Universidad de Cartagena, Bolívar-Colombia. Profesor titular y director del Grupo de Investigaciones en Gerencia y Economía de la Educación, GEDUCA, de la Universidad de Córdoba, Montería-Colombia. Correo e: [gargelf@hotmail.com](mailto:gargelf@hotmail.com)

international standards that account for a significant advance. Thus, the purpose of this article is to analyze the changes and the true impact of the new law of science and technology in the Colombian case and to compare regional decentralization policies with what have happened in the last decade on the continent, to analyze economic developments and the impact of the current crisis facing the development of the STI and what awaits the country in the coming years and in particular to its regions against the revolutionary processes of promoting innovation and the financing of science and scientific research.

**Keywords:** science, technology, innovation, institutional model.

### **Un breve panorama de la ciencia, la tecnología y la innovación en América Latina y el Caribe-ALC, caso colombiano**

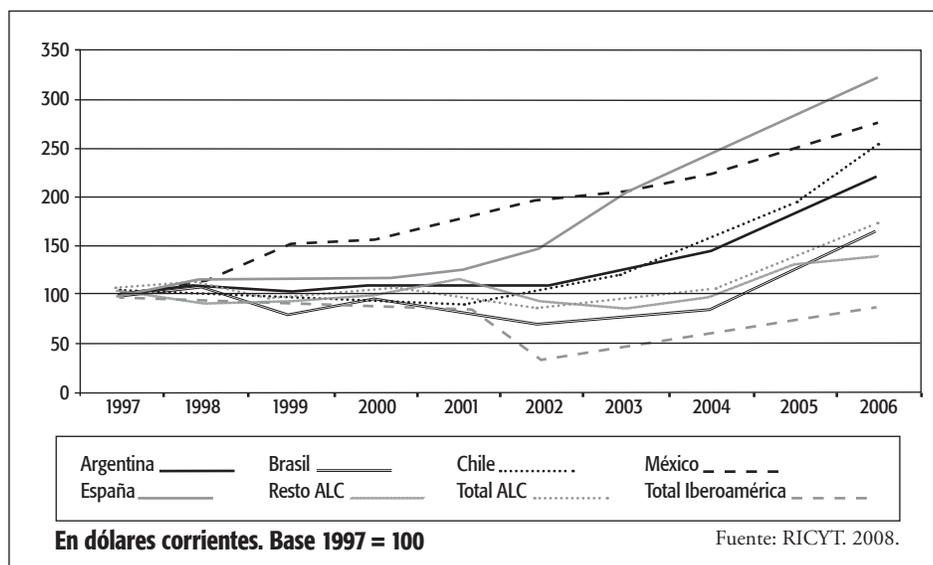
El informe reciente de la RICYT, 2008, presenta algunas estadísticas coherentes con la realidad de la ciencia en ALC asociadas al desarrollo de la innovación y el desarrollo empresarial como producto de las economías no solo locales sino comparadas frente a la evolución de las mismas variables en los países europeos y asiáticos. La realidad no es mejor. Si bien hemos avanzado, ellos lo han hecho más rápido y mejor. Por ejemplo, en términos económicos y de aportes al PIB regional, los países de ALC invirtieron en I+D durante 1997 algo más de 10.570 millones de dólares. En 2006, medida en dólares corrientes, la inversión había ascendido a casi 18.300 millones, lo que representa un incremento de aproximadamente el 60%, anota el informe de CTI de la red. En ese mismo periodo los países del Antiguo Continente estaban elevando su aporte al PIB en promedio a 2.9%, mientras nosotros a 0.54% promedio en toda la región (Ver Gráfico 1).

Es de destacar que estas cifras son el resultado de descuidos en las políticas públicas de CTI en la región como también de la falta de

anuencia política en los centros de poder de los diferentes países de ALC. En cada uno de los países de ALC las regiones no representan siquiera el 0.90% de aporte al gasto en CTI. Para el caso colombiano la cifra es alarmante: sólo el 0.56% aplica al PIB total de país y las regiones se ubican 0.48% en promedio del gasto total en CTI en el país. La crisis actual y la generación de una nueva política son contrastantes pero necesarias para el desarrollo del país en este aspecto.

Anota el informe citado: “Hacia la mitad del decenio considerado (2000-2010) la crisis que impactó fundamentalmente a la economía argentina –muy visible en el Gráfico 1, adjunto– se tradujo en una merma general de la que se comenzó a salir en 2003 y a aumentar en forma constante a partir de 2004. En ALC el país con un crecimiento más decidido fue Brasil, que aumentó una vez y media su inversión en I+D. Mayor fue el crecimiento de España, que triplicó la inversión realizada en 1997. Para el caso colombiano, como se ha citado, han sido prácticamente constantes la inversión y el gasto en CTI, y se ocasiona en su mayoría en las universidades y centros de investigación del país y poco en la empresa privada y los departamentos de I+D, que en algunos casos empresariales avanzados no existen. De hecho el aumento experimentado en los demás países se ha logrado gracias a la inclusión de la empresa privada en los escenarios de innovación productiva y empresarial, aspectos que en el país han sido poco relevantes, si se tiene en cuenta que se ha impulsado el sistema nacional de innovación desde hace unos años. La empresa privada no cree demasiado en la investigación y mucho menos en la innovación, y se limita fundamentalmente a realizar actividades de supervivencia comercial y manufacturera. En ese sentido las economías de aglomeración sustentadas en la innovación productiva partir de los avances de la ciencia no son considerados por la gran mayoría de los empresarios. Por ello nos ha costado globalizarnos más rápidamente y entrar en los ámbitos de la revolución tecnológica, tal como lo muestran los Índices de Capacidad Competitividad en el país (ICC) cuya cali-

**Gráfico 1**  
Evolución de la inversión en I+D en países de ALC



ficación es 2.45 sobre el total, lo que indica desequilibrios y poco avance en materia de invención y diseños como los desarrollados en Nanotecnología y Microrrobótica en otras latitudes latinoamericanas. (Ver informe “La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias”).<sup>1</sup>

De otro lado, la excesiva aplicación de modelos de trabajo y producción asociados al fordismo, con criterios estructurales y sumados al poco entrenamiento en procesos de intervención de mercados con alta innovación ha hecho que los países de la región posean pocos instrumentos de creación y generación de turbulencias en el mercado, tal como lo plantea Shumpeter. Ello ha conminado tanto a las estructuras empresariales como a los departamentos de ciencia y tecnología de los países a desarrollar una producción intelectual muy baja y muy referida a la investigación aplicada y de orden académico y no orientada a la problemática de la producción que desean las regiones. Sobre el referente, Anllo y Suárez, 2008, anotan: “El consenso respecto a la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación ha conducido a la difusión de encuestas de innovación y, con ellas, al surgimiento de nuevas preguntas respecto a cómo avanzar hacia un sendero de desarrollo sustentable.

La capacidad de los indicadores de arrojar luz sobre las posibles respuestas dependerá de la capacidad mancomunada de los académicos, los generadores de estadísticas y los *policy makers*. Se afirma aquí que la correcta creación e interpretación de los indicadores depende de la diferenciación entre causas y consecuencias y que toda política que pretenda operar sobre los agentes para mejorar los resultados dependerá de la capacidad de ponerlos en contexto y combinarlos con otras fuentes de información”. Es decir, la innovación se hace necesaria y debieron en nuestros países haberla impulsado desde hace unos años con altos presupuestos y brindar estímulos a universidades, centros de investigación, grupos y empresa privada, pero, creemos, sobre todo a los entes territoriales como las alcaldías y gobernaciones.

Consideramos que las crisis mundiales y la entrada de novedosos modelos de producción asociados a la acumulación flexible, la transformación productiva, las economías de aglomeración y las concentraciones empresariales geográficas como polígonos o distritos industriales en los países y regiones comenzaron a señalar los límites del fordismo y, como anotan Anllo y Suárez, 2008, la innovación –intrínsecamente de difícil cuantificación, dado que la actividad con

1. Elaborado para el Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología e Innovación del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEL. Equipo de trabajo coordinado por el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT-CONICET). El equipo estuvo coordinado por el Lic. Rodolfo Barrere (CAICYT) y contó con la colaboración externa de la Lic. María Guillermina D’Onofrio, Lautaro Matas (CAICYT) y Gerardo Marcotrigiano (REDES). El asesoramiento científico estuvo a cargo del Dr. Roberto Salvarezza, del Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA-CONICET), y del Centro Argentino-Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología (CABN), y del Dr. Fernando Briones Fernández-Pola, del Instituto de Microelectrónica de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IMM-CSIC) y Red Española de Nanotecnología (NANOSPAIN).

dificultad se puede escindir de la producción y/o de la capacidad del individuo o grupo—no se restringe a la creación de conocimiento mediante actividades de I+D, sino que incluye, también, las actividades relacionadas con la implementación y comercialización, con un claro sentido económico/comercial. Por lo tanto, lo que toma relevancia son los mecanismos de adopción, absorción y adaptación de las innovaciones, como procesos fundamentales a la hora de diseñar políticas, lo que retroalimenta a su vez la conducta innovadora del agente. Así, el cómo y los efectos que generan la adopción y difusión de las innovaciones tendrán impacto sobre el crecimiento y desarrollo de los países. Y en esto las regiones, como las de Colombia no están preparadas y tampoco poseen los recursos para el desarrollo de los procesos. De hecho el modelo aún sigue en serie y es difícil con la nueva ley sin ejercicios nacionales de financiación y de obligación territorial que asuman totalmente la responsabilidad de impulsar la innovación.

De otro lado, anota el estudio de la RICYT 2008 sobre innovación, que el sistema está conformado por i) el subsistema científico; ii) el subsistema de educación y formación; iii) el subsistema financiero; y iv) las diferentes facetas de intervención estatal que impactan sobre la conformación de la conducta innovadora (infraestructura, legislación, patentes, educación, intervención sobre fallas de mercado—economías de escala, información asimétrica, etc.—y mercados externos, —subsídios, impuestos, barreras, tipo de cambio— (Amable, Barre y Boyer; 1997).

En este sentido los países deben apuntarle a la integración de los cuatro subsistemas, fundamentalmente al subsistema financiero, ya que la aplicación del concepto de sistema a las actividades de innovación replantea, de esta forma, el objeto de análisis y lo amplía respecto de las visiones convencionales circunscritas, por lo general, a organizaciones —públicas o privadas— de corte individual. Desde esa óptica, el análisis de un caso nacional concreto puede llevarse a cabo con mayor amplitud incorporando las conductas y motivaciones de los agentes, sus relacio-

nes (formales e informales), los incentivos vigentes y la relación entre el sistema de innovación y el entorno, de hecho con los recursos existentes y potenciales. Por ello nuestra preocupación por la creación de fondos regionales de CTI en Colombia. Se requiere esta estrategia y debe articularse a la política de financiamiento de la investigación en las localidades y no a través de un fondo centralizado que especularía con las funciones del sistema, especialmente con la de innovación.

Nuestros municipios, universidades, empresas, grupos y centros de investigación no pueden pasar rápidamente de una concepción de I+D a la de innovación, pues ello implica pasar de medir resultados a observar procesos; de analizar al individuo, a estudiar los sistemas; de concentrarse en la idea de ciencia, a pensar la innovación como fenómeno ampliado; de pensarlo como un proceso lineal, a tener que comprenderlo como un fenómeno complejo y sistémico; de las políticas científicas —del lado de la oferta— (eventualmente) articuladas con las políticas industriales —desde la demanda—, a políticas de innovación. Este paso obliga a repensar por completo la forma de diseñar políticas, en ámbitos más relacionados con lo productivo que con lo científico, lo que a su vez establece una demanda por organismos e instituciones públicas ágiles y dinámicas (Anllo y Suárez, 2008).

Para complementar lo anterior y las cifras dadas al inicio de este capítulo, se debe entender que el bajo gasto en actividades de CyT en la región iberoamericana determina la primera causal de los pésimos avances en CTI. Las actividades de investigación y desarrollo (I+D), por ejemplo, representan el 76% del gasto total en ciencia y tecnología, muy inferior a lo realizado por los países desarrollados. En efecto, mientras que en 2005 el gasto de la región fue el equivalente al 0,73% de su PBI (0,54% si sólo se toma la región latinoamericana), en Europa esta relación alcanzó el 1,84%, en Estados Unidos el 2,6% y en Japón, uno de los países con mayor nivel de gasto, el 3,33%, lo que representa la capacidad de inversión asocia-

do a coeficientes de 69.0 y 74.24 (para los dos primeros), medida en patentes por cada 100.000 habitantes.

Anota por ejemplo, el informe en materia de desarrollo tecnológico para nuestros países: “Los resultados son aun más desalentadores si se analizan los valores absolutos. Esta relación permite dimensionar las escalas en las que se investiga en los diferentes países, lo que se encuentra directamente relacionado con el tiempo que toma la amortización de estas inversiones y el nivel de riesgo asociado a ellas. Si tenemos como valor base el monto destinado por Estados Unidos, el gasto en I+D de Iberoamérica es más de diez veces inferior al del país del Norte y sólo el 12% del monto destinado por Europa. Desde luego, la relación es aun más baja si sólo se considera a América Latina: 4% del gasto de los Estados Unidos y 5,6% del gasto europeo. El esfuerzo realizado por la región también es bajo si se lo analiza en función de los recursos humanos dedicados a actividades de ciencia y tecnología (segundo causal). En efecto, se observa que mientras que en Europa se estima que existen 13,2 investigadores por cada mil integrantes de la población económicamente activa, en Iberoamérica esta relación desciende a 2,1, esto es, más de seis veces menor” (Ver Tabla 1). La elaboración es de Anllo y Suárez, 2008.

El caso latinoamericano es más desalentador: sólo 1.42 investigadores por cada 1.000 integrantes de la población económicamente activa en I+D, y para el caso colombiano cerca de 0.6 investigadores por cada 1.000 de la PEA, frente al estándar internacional. Pero las cifras son mas alicientes en materia

consolidada para CTI, incluido I+D: alcanza un 3.8% del total del gasto (Ver Gráfico 2).

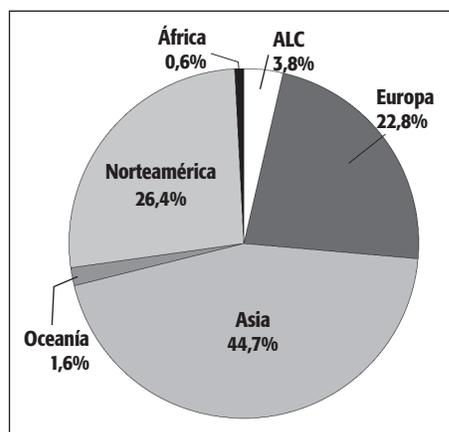
También se puede observar para culminar este pasaje la evolución de la cooperación al Sistema Nacional de Innovación comparativo entre países de la región y del mundo.

## Postulados sobre la nueva ley de ciencia y tecnología: un análisis crítico frente a la evolución en CTI de América Latina y el Caribe

Me identifico con el grupo que no exalta completamente la nueva ley de ciencia, tecnología e innovación (Ley 1286 de 2009). En ese sentido, si bien se ha dado un paso mayor frente a la anterior ley (ley 29), aun se percibe un discurso romántico y epistemológico que representa ambientes poco integradores frente al concepto de región transformadora

**Gráfico 2**

Investigadores eic por bloque geográfico



Fuente: RICYT. 2008

**Tabla 1**

RRHH en I+D y gasto por investigador. Año 2005

	RRHH en I+D <sup>a</sup>	Gasto por investigador <sup>b</sup>
América Latina y el Caribe	1,42	38.561
Iberoamérica	2,10	48.771
Europa <sup>c</sup>	13,2	79.146
Japón	16,9	127.995

(a) Investigadores (personas físicas) c/1000 integrantes de la PEA.

(b) Dólares corrientes.

(c) Incluye los 27 estados miembro.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de RICYT (2008) y urostat (2008).

**Tabla 2**  
Actividades de cooperación con el sni (% de empresas)

Agentes		Arg.	Uru.	Bra.	Chi.	Méx.	Col.	Esp.	Ale.	Fra.
Instituciones de CyT	Universidades	27	15	2 <sup>a</sup>	3	5 <sup>a</sup>		5	11	11
	Institutos de formación tecnológica	14	14	2 <sup>b</sup>	Sd	2	26	Sd	Sd	Sd
	Centros tecnológicos	26	18		Sd	a	12	Sd	Sd	Sd
	Consultores	34	31	2	3	Sd	1	5	4	14
Vínculos comerciales	Empresas relacionadas	22	15	1	5	Sd	4	4	6	16
	Casa matriz	15	4			Sd	3	Sd	Sd	Sd
	Clientes	39	34	4	4	Sd		5	9	21
	Proveedores	54	50	4	6	Sd	24	9	9	25
	Competidores	20c	12c	1	3	9	2	3	4	14

**Argentina:** Se consultó sobre la existencia de relaciones en el marco de las actividades de innovación, con acuerdo formal de cooperación, o sin él. Período 1998-2001. (c) La opción de respuesta era: otras empresas no relacionadas. % s/panel total. (Indec: 2003).

**Brasil:** Empresas que asignaron importancia alta y media a los acuerdos de cooperación. (a) Universidades incluye institutos de investigación. (b) La opción de respuesta era: centros de capacitación profesional y asistencia técnica. Período 2003-2005. % s/innovadoras. (Ibe: 2009).

**Chile:** Cooperación para las actividades de innovación. Año 2004. % s/innovadoras. (INE: 2008).

**Colombia:** Se consultó por la existencia de relaciones con agentes que prestan servicios tecnológicos. Período 1999-2002. % s/total de establecimientos. Prueba piloto de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico 2 (EDT2). (OCyT: 2004).

**México:** Se consultó a las empresas acerca de las instituciones con las que desarrollaron proyectos de innovación. (a) Universidades incluye centros tecnológicos. % s/innovativas. Año 2005. (Inegi: 2007).

**Uruguay:** Se consultó sobre la existencia de relaciones en el marco de las actividades de innovación, con acuerdo formal de cooperación o sin él. (c) La opción de respuesta era: otras empresas. Período 2001-2003. % s/innovativas. (DICyT: 2006).

**Alemania, España y Francia:** % s/innovativas. (Eurostat: 2008).

Fuente: Innovación: Algo más que I+D. Evidencias Iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación. Construyendo las estrategias empresarias competitivas. 2007. RICYT. 2008

e investigadora. Se ha definido que la región debe ser no solo un espacio geográfico social y demográfico, ordenado e integrado como economía y fomento al desarrollo humano, sino un espacio asociado al descubrimiento y la generación activa de conocimientos. Por ello la región debe también ser un escenario o clúster de invención y adelantos científico-tecnológicos permanentes que propicien el crecimiento y el desarrollo necesarios para superar los desequilibrios y la falta de convergencia. En ese sentido la nueva ley no define claramente el componente financiero en el orden regional para abordar la ciencia, la tecnología y la innovación, lo que compromete sustancialmente la verdadera descentralización y de hecho nos coloca a las distintas regiones en desventajas tanto absolutas como competitivas en este factor. A su vez continúan lamentablemente desproporcionales los indicadores ante la

convergencia de América Latina y el Caribe. A nuestro modo de ver, gran parte de la solución en la región se resuelve con recursos y financiamiento a las instituciones y entes territoriales, de tal forma que protejan las iniciativas de transformación a las que nos referíamos anteriormente. Investigación sin recursos propicios es sinónimo de proyectos sin impacto.

De esta manera la nueva ley generó perspectivas presupuestales pero sin apropiaciones rigurosas o definidas. El esperado 1% del PIB, que de todas maneras es mucho menos que lo aportado por países desarrollados e incluso algunos latinoamericanos que han entendido en este factor de producción la esencia de la revolución del conocimiento y del desarrollo de las regiones, no se definió claramente y hay que consolarse con el escaso 0.56 del PIB que hemos venido asegurando, más por iniciativas universitarias que

por apropiaciones privadas y del gobierno central.

Consideramos que no es esta ley la que asegurará completamente lo propuesto en los objetivos si persiste la disparidad presupuestal regional frente a la evolución de la ciencia tanto en los municipios y ciudades cabeceras como de orden rural. No nos explicamos cómo se estimularán y transferirá los adelantos al sector productivo específicamente en zonas que manejan pobreza cercanas al 76% y miseria del 18%, inclusive con PIB per cápita del U\$0.9 mínimo y U\$1.2 dólares máximo diarios, y en donde el ente territorial como gobierno local no estructura la CTI como elemento conmensurable para fortalecer la dinámica productiva regional o local. Por ejemplo, en ese sentido, el objetivo general de la ley 1286 de 2009 manifiesta: "...lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, para darles valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional...".

Igualmente algunos objetivos específicos como:

- a) "...Fortalecer una cultura basada en la generación, la apropiación y la divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanente..."
- b) "... Fortalecer la incidencia del SNCTI en el entorno social y económico, regional e internacional, para desarrollar los sectores productivo, económico, social y ambiental de Colombia, a través de la formación de ciudadanos integrales, creativos, críticos, proactivos e innovadores, capaces de tomar decisiones trascendentales que promuevan el emprendimiento y la creación de empresas y que influyan constructivamente en el desarrollo económico, cultural y social..."
- c) "... Fortalecer el desarrollo regional a través de políticas integrales de descentralización e internacionalización de las

actividades científicas, tecnológicas y de innovación, de acuerdo con las dinámicas internacionales..." (el subrayado y la negrilla es nuestro).

Estos objetivos será imposible medirlos en las regiones, incluso en el país, de conformidad con las tendencias no solo presupuestales sino científico tecnológicas que arrojan los indicadores de ciencia y tecnología para Colombia y el Caribe colombiano (en sus distintos departamentos) comparados con la evolución de Iberoamérica, América Latina y el mundo. De otro lado existe un error estructural en la ley cuando se afirma que la CTI será la base del modelo productivo y del modelo de desarrollo económico-social que volverá a los ciudadanos colombianos y del Caribe, específicamente, creativos y críticos, proactivos e innovadores, capaces de tomar decisiones trascendentales que promuevan el emprendimiento y la creación de empresas, de tal forma que influyan constructivamente en el desarrollo económico, cultural y social. Un instrumento legal como el estudiado no garantiza como objetivo ni como propósito que la CTI pueda consolidar, como lo dice taxativamente, *la nueva industria nacional y de hecho la regional*. Creemos que hay mucha discursiva en gran parte de la introducción de la ley.

Por otra parte se anota como un logro significativo de la ley la transformación del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas –Colciencias–, actualmente establecimiento público del orden nacional, en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación que se denominará Colciencias. Y en el literal 5 de la ley se anota también la transformación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación –SNCTI, aunque lo anterior no aporta un cambio sustancial a la problemática de la investigación, la generación de conocimientos y la transformación regional con base en la ciencia. Si bien las transformaciones administrativas son recurrentes en procesos de cambio, ya Colciencias tenía el carácter de organismo rector de la CTI en Colom-

bia. Así, lo que se realizó fue un cambio de denominación en el cargograma estatal. Igualmente el hecho de pertenecer al Conpes y tener voz y voto, si bien es un adelanto que debió haber sucedido hace diez años atrás y por fin se logra, después del clamor de los administrativos de la investigación en el país, no garantiza en el fondo de una ley los inicios y la sostenibilidad de la transformación o el cambio productivo en la generación de CTI, sobre todo para las regiones. Creemos que hubo más ajustes orgánicos y adición del componente de innovación al sistema nacional de ciencia y tecnología, aspecto al cual también Colombia llega tarde como se puede ver en las gráficas anexas, para el caso de América Latina y el Caribe, que profundidad en la descentralización de la ciencia considerando lo investigativo. El hecho de estar en el consejo de ministros no modifica o soluciona la verdadera problemática de la regionalización de la ciencia y de sus presupuestos, tal como debe ser.

Adicionalmente la nueva ley asocia la ciencia y la innovación con el desarrollo social en toda su extensión, incluso con la generación de valor agregado no solo a los productos y servicios sino con la generación de un valor social que coadyuve al bienestar de la población, aspecto o postulado cuya consecución no nos explicamos sin el financiamiento y su descentralización regional, comprometida a partir del buen accionar de los alcaldes y gobernadores.

En materia de descentralización la ley manifiesta que "...Los instrumentos de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación deben ser promotores de la descentralización territorial e institucional, procurando el desarrollo armónico de la potencialidad científica y tecnológica del país, buscando así mismo, el crecimiento y la consolidación de las comunidades científicas en los departamentos y municipios...". Este aspecto se escribió en la anterior ley y se plasmó en esta. Los resultados que se evidencian en la última década no son significativos, y apenas registran lo siguiente:

a) Las comunidades científicas no fueron auspiciadas por los gobiernos locales; en un 97.6% fueron creadas y dinamizadas por las universidades y los centros e institutos de investigación, como lo muestra la s.

Allí se evidencia que el impulso y las facultades otorgadas a los departamentos en el pasado a través de los Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología y con la formulación de las agendas prospectivas de CTI, no dieron los resultados esperados debido a la falta de políticas de financiamiento regional compensado y armonía presupuestal en la descentralización con los aportes de los entes territoriales. No se puede concebir la regionalización de la ciencia en el papel, se debe concebir con la integralidad de los recursos. Así el ciudadano genera iniciativas no solo populares de orden político sino de transformación productiva y social asociadas a la ciencia y la investigación, incluso, por qué no, a la innovación y esta tarea no se le deja solamente al profesor investigador de los claustros universitarios y los centros de investigación.

a) Está visto que los municipios y departamentos no cuentan con el convencimiento y la realidad paradigmática ni tampoco con las condiciones para crear dinámicas asociadas a actividades de ciencia y tecnología (ACYT) y de hecho a procesos de innovación tecnológica a partir de I+D. Se necesita cultura organizacional dispuesta a estas actividades, y el romanticismo que trasluce la ley en este aspecto y su proceso de descentralización mediante instrumentos no es claro; por el contrario, es etéreo y poco riguroso. Se puede deducir lo anterior, por ejemplo, de lo expresado en la ley al dejar expreso lo siguiente: "...Las Asambleas Departamentales, los Concejos Distritales y los Concejos Municipales podrán ordenar la creación de unidades regionales de investigación científica e innovación con sus fondos regionales de fomento..." (el subrayado es nuestro). Aunque es un avance legislativo no representa una obligación para la dinámica territorial respecto al mejoramiento de los indicadores de CTI. De hecho los municipios colombianos invierten muy poco, casi nada, en

**Tabla 3**  
Grupo de investigación por entidades aportantes y vinculantes. 2008

Tipo de entidad	Grupos clasificados		
	Número de grupos	Incluidos en la información OC y T	Tasa de cobertura
IES	2.163	1.897	87,70%
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	80	75	93,75%
Entidades del gobierno central	25	25	100,0%
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	23	10	43,48%
Hospitales y clínicas	19	19	100,0%
Empresas	7	7	100,0%
Otros	3	0	0,0%
IPSFL al servicio de las empresas	1	1	100,0%
Total	2.321	2.034	87,63%

Fuente: OC y T. 2008.

actividades de CTI e investigación (Ver mapa anexo e indicadores). Sus prioridades no están en crear nuevas estructuras; más bien se dirigen a solucionar problemas de orden económico y social y hacia allá se orientan los presupuestos. En ese sentido la ley es débil ya que deja a la libertad y autonomía del ente territorial esta ejecución.

De la misma forma determina la ley: "... Las entidades territoriales incluirán en sus respectivos planes de desarrollo programas, proyectos y actividades dirigidas al fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación..."; aspectos que no son nuevos, pues los constituyó la Carta Magna y se reflejaron desde 1994 en la Ley 152 (ley orgánica de Planeación). Sabemos que los alcaldes y gobernadores no sujetan los proyectos de inversión y desarrollo local a procesos de

investigación y apoyo de la y la tecnología. Incluso no se destinarán recursos en ese sentido, a no ser que la reglamentación lo obligue. La tendencia y la práctica han sido que los planes de desarrollo territorial incluyan la ciencia como elemento teórico. Los indicadores muestran a unas regiones con bajos niveles de inversión en actividades de CTI, cercanos al 0.48% de aporte con respecto a la inversión nacional. De este aporte el 94.7% lo realizan las universidades públicas y privadas (Ver tablas 4 y 5).

De hecho la concentración de la inversión está en los centros de educación superior y no en los entes territoriales y se muestra en el mapa de inversión (Gráfico 3), lo que refleja la poca importancia dada por los entes territoriales a realizar acciones y proyectos conducentes al fortalecimiento de la CTI, no

**Tabla 4**  
Actividades de ciencia y tecnología

Tipo de recurso	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000-2007
Públicos	59,43%	58,38%	55,07%	56,50%	60,23%	55,64%	55,57%	56,70%	56,97%
Privados	36,46%	37,59%	37,77%	34,08%	35,44%	38,90%	40,00%	39,20%	37,76%
Internacionales	4,11%	4,03%	7,16%	9,42%	4,33%	5,45%	4,43%	4,09%	5,27%
Total (millones de pesos 2007)	365.273	368.131	392.349	497.417	543.920	588.410	642.307	686.070	4.083.877

Fuente: OCyT.

**Tabla 5**  
Innovación y desarrollo (I+D)

Tipo de recurso	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000-2007
Públicos	45,04%	36,72%	54,84%	50,24%	52,58%	56,26%	47,70%	48,59%	50,00%
Privados	52,99%	60,27%	41,62%	44,99%	45,21%	41,32%	49,20%	49,45%	47,29%
Internacionales	1,97%	2,11%	3,54%	4,76%	2,21%	2,42%	3,09%	1,96%	2,71%
Total (millones de pesos 2007)	903.672	819.482	916.592	1.129.604	1.360.472	1.698.785	1.664.591	1.702.216	10.195.413

Fuente: OCyT.

solo en los planes de desarrollo sino también como evidencia de que no se constituye en política pública trascendental.

En ese sentido, si bien tanto la constitución del fondo para el fortalecimiento de la investigación y la estructura administrativa generada como el origen claro de los recursos que lo constituirán, son avances también significativos frente a la descentralización y frente a lo que existe hoy, aún no se percibe el futuro de las regiones en términos presupuestales. Los indicadores débiles que poseen las regiones y el país en general no podrán ser elevados sino partir de la constitución de fondos de compensación regional para la investigación, auspiciados obligatoriamente de los recursos de los entes territoriales.

### **Desempeño de los indicadores de uso y apropiación tecnológica Colombia Vs. América Latina y el Caribe: criterios relevantes frente a la ley CTI**

Para sustentar un poco más lo planteado, estudios recientes de la Corporación Rand y el Foro Económico Mundial-FEM, 2008 destacan que la competitividad colombiana en materia de innovación tecnológica es baja, con una calificación de 2.45 para ese año, lo cual es el reflejo de todas las estadísticas que se anexan.

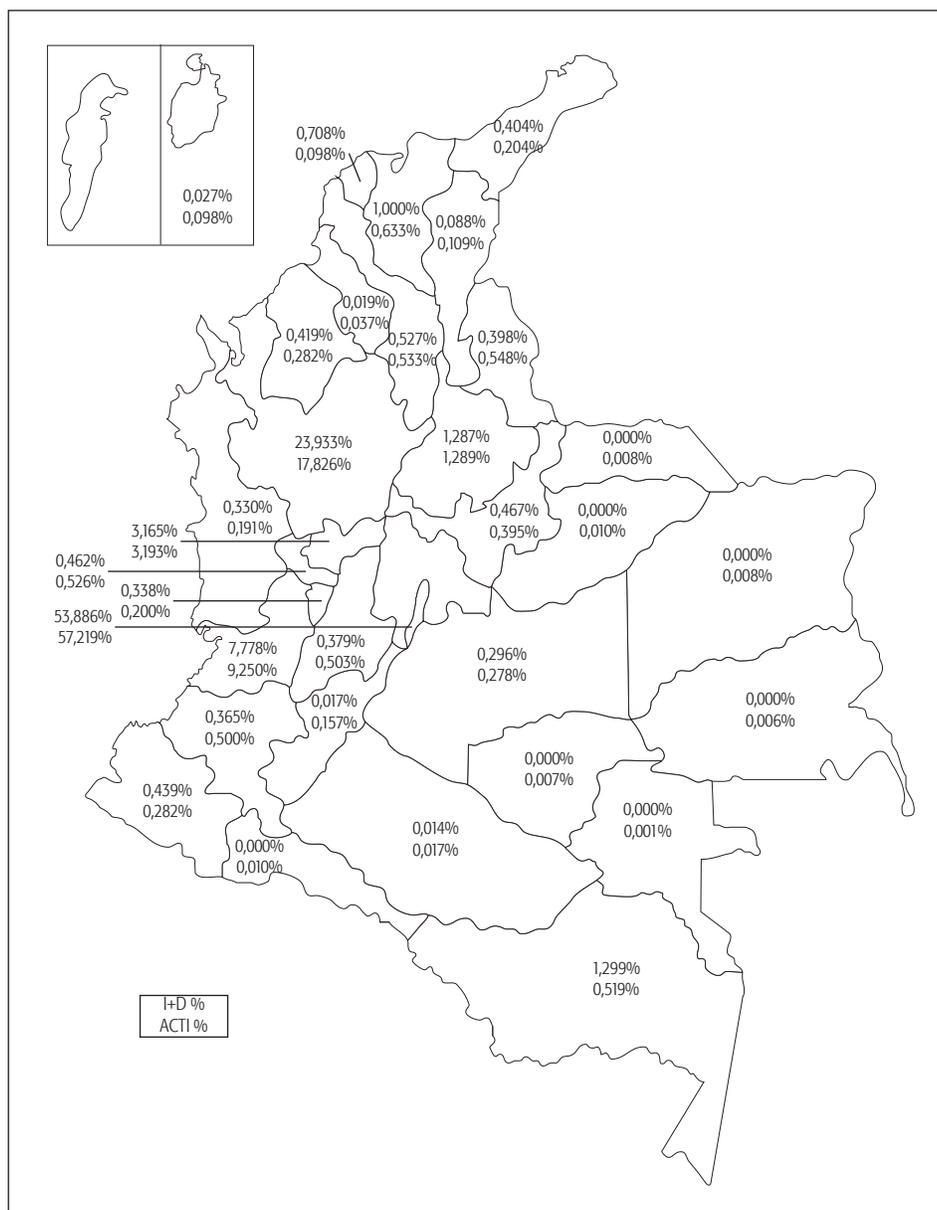
Colombia como país presenta fuertes barreras para realizar CTI y mucho más en sus regiones y municipios, como lo demuestra que todos los grupos de investigación están ubicados en las ciudades capitales y no en los

municipios objeto de estudio. Igualmente las trabas presupuestales y de aprobación de proyectos científicos requeridos por la población no dejan desarrollar las agendas prospectivas y las iniciativas regionales tanto de emprendimiento tecnológico como de competitividad regional establecidas en los Planes Regionales de Productividad y Competitividad de las distintas regiones y subregiones del país.

En este sentido exponemos algunos indicadores muy importantes que demuestran la baja calificación en innovación tecnológica dada por el FEM, 2008 como también el poco impacto en la realización de actividades en CTI frente al sector productivo en el país, sustentadas en el Plan Nacional de TIC 2008 de Colombia.

Es de anotar que el país en la medición 2006-2007 fue calificado en el Networked Readiness Index (Índice de disposición o uso y apropiación tecnológica en red) con 3.50 sobre un máximo de 7. Ocupó la posición 64 (serie azul) entre 122 países, es decir, perdió siete posiciones en el *ranking* que domina este índice. Lo anterior nos indica el poco o débil uso de la red y el internet por la población del país, especialmente en cuanto a la apropiación de la tecnología para resolver problemas en los distintos campos disciplinares. Se observa incluso determinantes empresariales y economías de aglomeración con bajo uso o baja intensidad de la tecnología y su infraestructura inducida a adelantar esquemas de transformación productiva. Esta calificación es muy baja en la mayoría de las regiones, cercanas 1.2-1.6, lo que compromete su competitividad y su capacidad de libertad tecnológica.

**Gráfico 3**  
Mapa de inversión en actividades de CTI

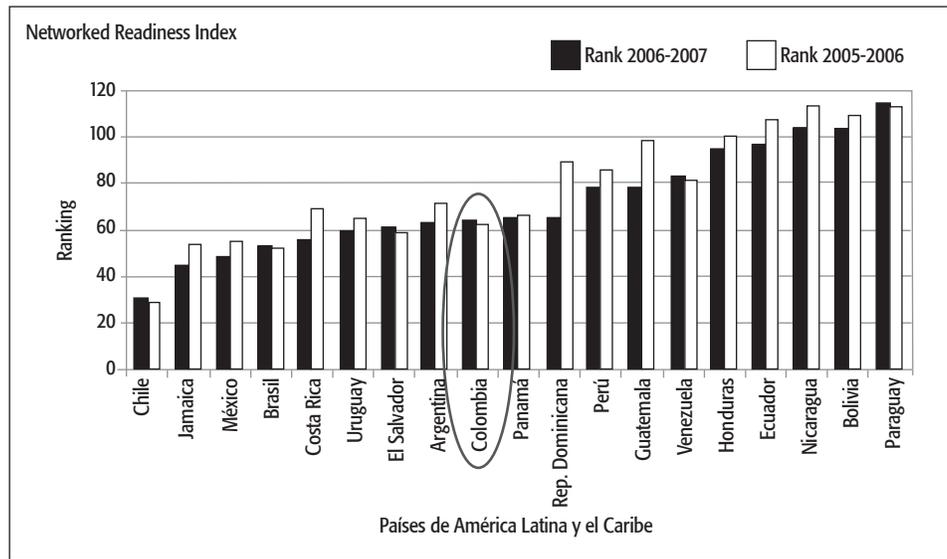


Fuente: OC y T.

De la misma manera, si observamos el NRI en los países de América Latina y el Caribe, la posición colombiana está por debajo de ocho países: Chile, Jamaica, México, Brasil, Costa Rica, Uruguay, El Salvador y Argentina. Lo anterior considerando que estos países han aumentado, primero, el gasto en CTI del Producto Interno Bruto en ciencia, tecnología e innovación, (dos y cuatro veces lo definido en el año 2003, por ejemplo). En ese sentido los países vecinos han elevado su

inversión frente al PIB cercanas a 1% (ver Gráfico 4); de la misma manera han elevado el IDH y el bienestar de la población no sólo por el aporte del comercio y las exigencias de la globalización, como suele referenciarse casi siempre, sino por mayor gasto en I+D. Véase, por ejemplo, en la gráfica adjunta que países como Chile, México, Argentina, Brasil, Costa Rica, incluso Panamá, presentan mejor IDH que Colombia, por encima de 0.83 y cercano a este valor referencial. Cruzando

**Gráfico 4**  
Índice de disposición o uso y apropiación tecnológica en red-Iberoamérica-NRI. 2007



Fuente: Foro Económico Mundial, 2008. Tomado del Plan Nacional de TIC. 2008.

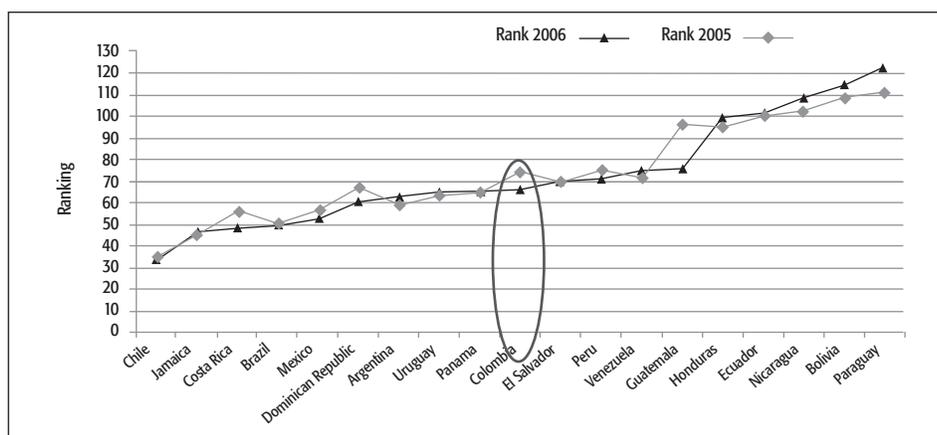
los resultados del Foro Económico Mundial (2008) y la RICYT (2008), se observa que los países son los mismos en las ubicaciones y los estándares de inversión en CTI. Segundo, es mayor la preocupación por desarrollar las regiones a través de los procesos de regionalización de la ciencia con recursos apreciables, lo que ha generado una mayor concurrencia en los población a generar procesos de innovación, y se ha estimulado la creación de más y mejores grupos de investigación. Índices de desarrollo humano cruzados con el gasto en CTI demuestran una transferencia real a las regiones de los recursos para adelantar proyectos a partir de la ciencia, sobre en todo en países como Japón EEUU, Corea, OCDE, Alemania, entre otros, que le apostaron a mas gasto en I+D y presentan mayor IDH, cercanos al 0.90, mientras que los países de ALC registran estadísticas de 0.70-0.75. Tercero, existe una normatividad al alcance de todos.

Otro índice que demuestra nuestras debilidades es el Índice de Tecnología-IT. Como se puede evidenciar en él la situación es lamentable se tiene en cuenta que el país viene descendiendo frente al avance de los demás países de América Latina y el Caribe, lo que está asociado a baja conectividad, tasas de escolaridad tecnológica de 3,5 años en el 65% de los departamentos del país, (incluso

en algunos municipios y zonas rurales es cero), relación estudiantes vs computadores en un 45% para el caso de instituciones educativas sin equipos. Igualmente el 17% de las instituciones educativas del país tienen 50 estudiantes por computador; un 15%, menos de 20 estudiantes; un 11%, entre 20 y 30 y finalmente el 13%, entre 30 y 50 estudiantes por computador. Son cifras que demandan una política decidida de fomento al uso de la tecnología y la apropiación de sus bondades para elevar los conocimientos y los avances productivos regionales. (Ver Gráfico 5).

El E-Readiness, índice que valora en el mundo la infraestructura de conectividad, la tecnología asociada al entorno de los negocios con uso de TIC, el entorno social, legal, político, y gubernamental y la inclusión digital y apropiación de la tecnología con fines productivos, no es muy significativo para el país y sus regiones. Si bien hemos mejorado calificación en las variables, no ha sido suficiente para ocupar posiciones decorosas. Desde 2002 hasta el año en curso Colombia ha descendido del puesto 38 al puesto 53 entre 65 países evaluados, teniendo en cuenta todos los países de Iberoamérica. Evidencia esto una vez más que los demás países vecinos están trabajando y aportando más recursos para el desarrollo de la tecnología, lo que lo

**Gráfico 5**  
Índice de tecnología global. 2008



Fuente: Foro Económico Mundial, 2008. Tomado del Plan Nacional de TIC 2008.

coloca en mejores posiciones globales, y de hecho son más y mejores sus aportes a la evolución científico tecnológica del país y de las diferentes localidades.

De la misma forma obsérvese las calificaciones por variables en este indicador, con el ánimo de entender mejor este índice y su impacto en la competitividad de la CTI para el país y sus distintas regiones, aspectos que debió considerar en mayor rigor la ley en cuanto al acceso a los recursos o más bien respecto del financiamiento y la descentralización real de la política nacional hacia la regionalización de la ciencia. Se puede analizar con las cifras que el país y sus regiones presentan fortalezas en entorno de negocios y uso de TIC (6.27) y en el entorno legal (6.3), y se estructura en término medio una visión y política gubernamental creciente sobre esta dimensión del desarrollo (5.4), pero se observan serias debilidades, casi de orden estructural, que no dejan avanzar la competitividad del país, específicamente en Conectividad e infraestructura tecnológica (3.6), adopción de los consumidores y empresas de las TIC como elemento para su desarrollo y apropiación en la solución de problemas convencionales y sociales, y ello se ve reflejado en el último indicador que mide el E-Readiness para 2007, entorno social y cultural con uso y apropiación de TIC. Este indicador muestra que la población se ha apropiado de la ciencia, tecnología y la

innovación y que se ha avanzado en el desarrollo humano y el bienestar social a partir del aumento de gasto en CTI y la inversión en investigación. Como puede observarse, los resultados no son satisfactorios para el país y sus regiones, y mucho más cuando varias fuentes de investigación –incluidas las del mismo gobierno– llegan a las mismas conclusiones (ver en las Tablas 6 y 7 las posiciones del país en el mundo teniendo en cuenta los indicadores internacionales de TIC).

De otro lado, obsérvese la relación PIB per cápita frente al NRI, en una estructura correlacional ponderada de  $Y = 3.945 \ln(x) - 1.263$  y un coeficiente de correlación de  $R^2 = 0.718$ . Se evidencia que a mayor aumento en el PIB per cápita incluso por encima de la línea de regresión, mayor índice de disposición tecnológica. Países como Suecia, Dinamarca, Finlandia, Suiza, Japón y EEUU presentan una relevante relación que indica que el aporte a CTI debe ser mayor del 1.0% del PIB para crecer en NRI un punto, en escala logarítmica. Nótese que Suecia crece en Log PIB per cápita al 4.5 y el NRI registra calificación de 5.5. Para el caso colombiano, tenemos escala en PIB per cápita de 3.5 y NRI de 3.49, lo que indica que las variaciones en términos de incremento del gasto en CTI son casi nulas o insignificantes a nivel global. Ello indica un efecto regresivo para las regiones y subregiones. De la misma forma, nótese cómo en la región Chile, Brasil,

**Tabla 6**  
Indicadores internacionales de TIC por zonas geográficas, 2006.  
Posiciones de los países mejor ubicados a nivel mundial en indicadores internacionales de TIC

	Foro Económico Mundial (FEM)					The Intelligent		UIT	
	NRI		GCI		TI	E-Readiness		IOD	
	2006	2005	2006	2005	2006	2006	2005	2006	2005
Dinamarca	1	3	3	4	7	1	1	3	3
Suecia	2	8	2	3	3	4	3	9	6
Singapur	3	2	10	6	16	13	11	5	16
Finlandia	4	5	1	1	4	7	6	11	17
Suiza	5	9	8	8	9	3	4	16	15
Netherlands	6	12	9	11	11	6	8	6	9
Estados Unidos	7	1	4	2	1	2	2	20	2
Islandia	8	4	5	7	8	-	-	4	4
Taiwan, China	13	7	6	5	2	23	22	7	10
Japón	14	16	11	12	5	21	21	2	2
República de Corea	19	14	21	17	6	-	-	1	1
Hong Kong	12	11	23	28	26	10	6	8	5
Reino Unido	9	10	13	13	17	5	5	10	7
Nueva Zelanda	22	21	25	16	27	14	16	25	-
<b>Total países</b>	<b>124</b>	<b>115</b>	<b>125</b>	<b>117</b>	<b>125</b>	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>181</b>	<b>180</b>

Fuente: UIT. Plan Nacional de TIC. 2008.

**Tabla 7**  
Posiciones de los países latinoamericanos mejor ubicados en indicadores internacionales de TIC

	Foro Económico Mundial (FEM)					The Intelligent		UIT	
	NRI		GCI		TI	E-Readiness		IOD	
	2006	2005	2006	2005	2006	2006	2005	2006	2005
Chile	31	29	24	23	34	31	31	41	40
Jamaica	45	54	76	70	46	43	41	55	52
México	49	55	52	55	52	39	36	66	66
Brasil	53	52	73	65	49	41	38	65	71
Costa Rica	56	69	53	64	48	-	-	74	69
Uruguay	60	65	54	54	64	-	-	63	64
El Salvador	61	59	55	56	70	-	-	95	92
Argentina	63	71	78	72	62	42	39	54	51
<b>COLOMBIA</b>	<b>64</b>	<b>62</b>	<b>69</b>	<b>57</b>	<b>66</b>	<b>53</b>	<b>51</b>	<b>80</b>	<b>84</b>

Fuente: UIT. Plan Nacional de TIC. 2008.

México, Costa Rica, Salvador y un poco Argentina presentan mejores relaciones Log PIB per cápita Vs. NRI, y de hecho muestran un mejor índice frente al desarrollo económico esperado.

En ese sentido, la nueva ley no da escenarios financieros territoriales claros para la preparación de la gente en las zonas urbanas

y rurales de los departamentos y municipios del país, principalmente para enfrentar los avatares de la globalización y las exigencias cada día a los entes territoriales de más y mejor competitividad en sus procesos y desarrollos productivos y de gestión pública. Nos preocupa, en el sentido de lo expuesto, que si esto no varía seguiremos los entes universitarios asumiendo el papel protagó-

nico en cuanto a CTI y ni las las regiones nio los municipios se fortalecerán en este sentido como ha sucedido hasta la fecha y la ley será débil e infértil para promover nuevos procesos de transformación productiva científico-tecnológica en el país, con lo cual los indicadores expuestos se mantendrán o empeorarán, como ha sucedido en la mayoría de regiones en los últimos 10 años.

Anotan los investigadores del Plan Nacional de TIC que para alcanzar el nivel de aprovechamiento de los beneficios de uso de las TIC según el desempeño económico de Colombia deben implementarse políticas exitosas, pertinentes y consistentes en materia de infraestructura, uso y apropiación de las TIC. Pero no sólo es necesario alcanzar la línea de tendencia, sino que deberíamos lograr un posicionamiento superior a lo esperado, para situar al país entre los tres primeros de Latinoamérica.

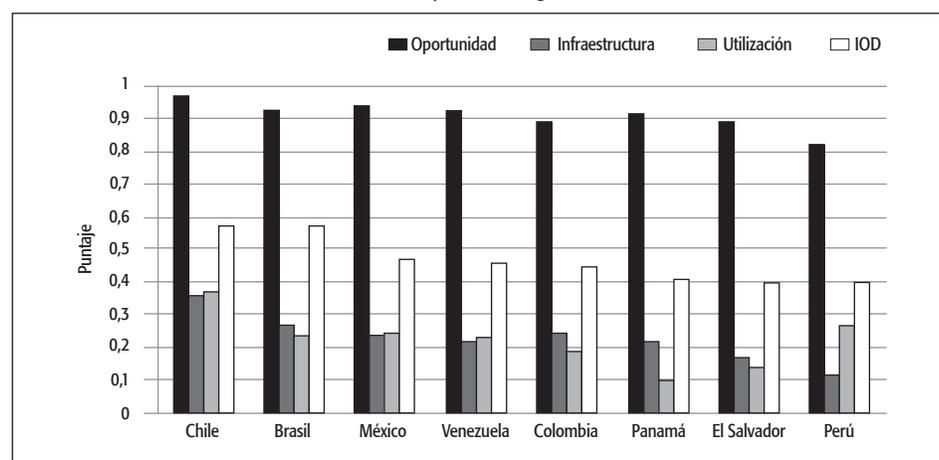
Finalmente, es preciso analizar el Índice de Oportunidad Digital-IOD del país, para consolidar el mapa descriptivo de indicadores internacionales y los requerimientos que es necesario superar para ubicarse en el estándar internacional de los primeros países de América Latina y el Caribe en uso de las TIC con fines de soporte al avance o impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia y sus regiones (ver Gráfico 6).

Anota el PNT que “en la evaluación del 2006 Colombia se encontraba en la posición 80 entre 180 países, con una calificación de 0,45 sobre 1, y calificaciones para las tres categorías así: oportunidad, 0,89; infraestructura, 0,25 y utilización, 0,19. En el año inmediatamente anterior nuestro país había ocupado la posición 88, por lo cual lo anterior muestra un avance importante en materia de utilización”. Sin embargo, existe muy baja calificación en la apropiación social de la tecnología y en el uso de la misma para hacer investigación y resolver problemas. Se evidencia el mismo indicador bajo en los demás índices, lo que determina la urgencia de una política audaz para elevar este componente, asociado a otros indicadores de gestión tecnológica que no se explican pero que por sí mismos informan (ver Tabla 8).

A lo anterior se suma el bajo número de científicos a nivel de magísteres y doctorado en las regiones de Colombia, muy inferior al de otros países de América Latina (ver esto último en la Tabla 9).

Lo anterior ubica al país y sus regiones en una posición lamentable si se tiene en cuenta que en toda la región de ALC se graduaron en 1997 poco más de 5.000 doctores. En 2006 la cifra superaba los 11.000, lo que representa un importante crecimiento, pero un valor absoluto todavía muy bajo para todos los países a excepción de Brasil. En

**Gráfico 6**  
Índice de oportunidad digital. 2006



Fuente: UIT. Plan Nacional de TIC. 2008.

**Tabla 8**  
Indicadores generales de gestión tecnológica en uso de TIC. 2007

Indicador	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Porcentaje de municipios con acceso a Internet conmutado (zona urbana y rural)	N.D.	N.D.	N.D.	49,70%	56,90%	56,30%
Porcentaje de municipios con acceso a Internet banda ancha (zona urbana y rural)	N.D.	N.D.	N.D.	6,30%	21,10%	43,40%
Computadores por cada 100 habitantes	3,4%	4,1%	4,3%	5,0%	5,8%	8,40%
Abonados a telefonía celular móvil por cada 100 habitantes	10,5%	13,9%	22,9%	51,9%	67,8%	77,20%
Usuarios de internet conmutado	1.329.000	2.137.000	1.939.000	1.030.000	853.000	564.411
Usuarios de internet banda ancha	671.000	947.000	1.927.000	3.709.000	5.853.000	9.532.704
Usuarios de internet por cada 100 habitantes	3,6%	N.D.	N.D.	N.D.	13,20%	27,80%
Usuarios banda ancha por cada 100 habitantes	0,8%	N.D.	N.D.	N.D.	6,10%	26,20%

Fuente: UIT. Plan Nacional de TIC. 2008.

**Tabla 9**  
Distribución de profesionales por niveles o grados de conocimiento y titulación. 2000-2007

Nivel académico	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Técnica profesional	5.676	8.297	9.162	8.078	8.357	16.149	9.604	9.223
Especialización técnica profesional	91	29	32	24	15	95	37	53
Tecnológica terminal	17.062	18.296	22.442	17.779	20.693	15.650	14.861	18.933
Especialización tecnológica	206	236	475	219	364	23	63	109
Pregrado universitario	77.923	76.238	77.258	101.576	92.485	70.916	66.262	85.127
Especialización	21.400	15.463	20.880	21.776	21.880	15.307	14.639	26.270
Maestría	1.443	1.463	1.778	2.134	2.052	1.587	1.822	3.175
Doctorado	29	45	44	55	43	54	82	91
Total graduados	123.830	120.067	132.071	151.641	145.889	119.781	107.370	142.981

Fuente: MEN, SNIES.

Colombia en el año 2007 se graduaron 91 doctores, lo que representa el 0.83% de ALC. De estos, las regiones están en un promedio de 15 doctores para el año en análisis (ver los comparativos en las graficas subsiguientes).

## Conclusiones

Para terminar debemos anotar que las regiones en lo que respecta al CTI y conscientes de los indicadores actuales, deben impulsar la creación de los fondos de compensación regional con recursos del Fondo Nacional

de Regalías, del fondo de CTI creado por la ley y de los fondos creados por los entes territoriales; solo así se impulsarán estrategias regionales de cualificación doctoral, publicaciones en redes seriadas de CTI y se dará profundidad y rigurosidad como política pública a las actividades de investigación en los municipios. La reglamentación de la ley debe consagrar la obligación de los municipios de incluir recursos de sus presupuestos para financiar las agendas regionales de ciencia, tecnología e innovación. De otro lado, a este respecto la ley debe modificar términos y estructuras para ajustarlos tanto

a las normas internacionales como a los indicadores, producto de una política pública soportada en criterios jurídicos y con una visión descentralizadora y regional.

---

## Bibliografía

- ANLLÓ, Guillermo y SUÁREZ, Diana (2008). *Innovación: algo más que I+D. Evidencias iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación: Construyendo las estrategias empresarias competitivas*. Argentina: Editorial RICYT.
- BARRERE, Rodolfo y otros (2008). *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*. Argentina: Editorial RICYT.
- LEY 1286 de 2009. *Sobre ciencia, tecnología e innovación*. *Diario Oficial*. Enero 23 de 2009.
- Ministerio de Comunicaciones (2008). *Plan Nacional de TIC*. Colombia: Editorial Mincomunicaciones.
- RICYT (2004). *Indicadores iberoamericanos de ciencia y tecnología*. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –RICyT. Disponible en [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org).
- RICYT (2008). *El estado de la ciencia. Indicadores iberoamericanos de ciencia y tecnología, Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –RICyT*. Disponible en [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org). OCyT (2004). *Indicadores de ciencia y tecnología 2008*.
- RICYT (2008). *Indicadores iberoamericanos de ciencia y Tecnología*. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –RICyT. Disponible en [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org). OCyT (2004).
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología –OCyT. 2008. *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Colombia. Editorial OCYT.