

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

Giovanni Carlos Argel Fuentes  
*gargelf@hotmail.com*

Profesor titular, Universidad de Córdoba. Economista, Magíster en Administración de Empresas, Especialista en Finanzas y Especialista en Cooperación Internacional y Gestión de Proyectos para el Desarrollo. Director del Grupo de Investigaciones en Gerencia y Economía de la Educación-GEDUCA, escalafonado Colciencias, Categoría "C". Actualmente es miembro de la Comisión Regional de Competitividad para el departamento de Córdoba y de la Comisión Departamental de Regalías-CSIR. Par de Colciencias. Par Académico Consejo Nacional de Acreditación-CNA y del CONACES ante el Ministerio de Educación Nacional. Par de Ciencia, Tecnología e Innovación para América latina-CODECYT. Becario de la Agencia Española de Cooperación Internacional-AECI.

## Resumen

El objetivo de este artículo fue analizar la 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 y tecnología, investigación científica, sistema nacional de innovación, gasto en I+D, regionalización de la ciencia*



## Abstract

The aim of this paper is to analyze the developments and the real impact of the new law for science and technology, in the case of Colombia and compare regional decentralization policies with what happened in the continent in the last decade. We will also analyze economic trends and the impact of the current crisis facing the development of the CTI and what awaits the country in the coming years and in particular to their regions against the revolutionary processes to boost innovation and funding of science and scientific research.

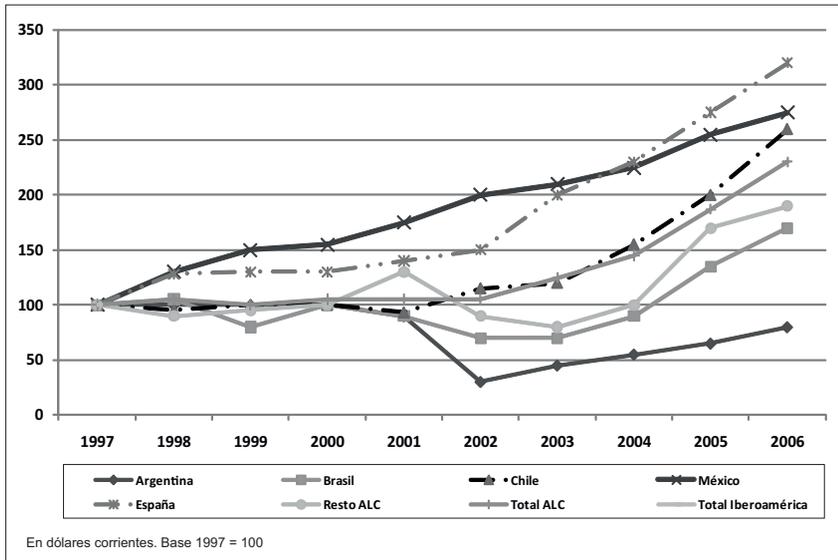
**Keywords:** *Science and technology, scientific research, national innovation system, expense in R+D, science regionalization.*

## 1. UN BREVE PANORAMA DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. CASO COLOMBIANO

El informe reciente de la RICYT (2008) presenta algunas estadísticas coherentes con la realidad de la ciencia en América Latina y el Caribe (en adelante ALC) asociadas a los desarrollos de la innovación y el desarrollo empresarial y productivo 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 alentadora; si bien hemos avanzado, Europa y Asia 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 de dólares, lo que representa un incremento de aproximadamente el 60%, anota el informe de CTI de la red. En ese mismo periodo los países de Europa estaban elevando su aporte al PIB en promedio a 2.9%, mientras que nosotros a 0.54% promedio en toda la región. (Ver gráfico1).

Estas cifras son el resultado de descuidos en las políticas públicas de CTI en la región y también a la falta de anuencia política en los centros de poder de los diferentes países de ALC. Las regiones, en cada uno de los países de ALC, no representan siquiera el 0.90% de aporte al gasto en CTI. Para el caso colombiano la cifra es alarmante, pues solo 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 de Colombia 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– 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



Fuente: RICYT, 2008

Gráfico 1.

## Evolución de la inversión en I+D en países de ALC

caso colombiano, como se ha citado, ha sido prácticamente constante la inversión y el gasto en CTI, ocasionándose solo en la concentración investigativa dada por las universidades y centros de investigación del país y poco por 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 a los escenarios de innovación productiva y empresarial, aspectos que en el país han sido poco relevantes, teniendo en cuenta que se ha impulsado el Sistema Nacional de Innovación desde hace unos años. La empresa privada no cree profundamente en la investigación y mucho menos en hacer innovación; se limitan a realizar actividades de supervivencia comercial y manufacturera. En ese sentido las economías de aglomeración sustentadas en la innovación productiva a 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 (ICC) en el país, cuya calificación es 2.45

sobre el total, referenciando desequilibrios y poco avance en materia de invención y diseños como los desarrollos 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 a las estructuras empresariales y 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 académica y no con desarrollos para la problemática de la producción que desean las regiones. Al respecto, Anlló 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 es necesaria y en nuestros países se debió impulsar hace unos años atrás, con altos presupuestos, y generando estímulos a universidades, centros

---

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

de investigación, grupos y empresa privada, pero sobre todo a los entes territoriales como las alcaldías y gobernaciones.

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 anota Anlló y Suárez (2008), la innovación –intrínsecamente de difícil cuantificación, dado que la actividad se escinde 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, a 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, es el cómo y los efectos que generan la adopción y difusión de las innovaciones lo que tendrá impacto sobre el crecimiento y desarrollo de los países. Y en esto las regiones, como las del caso colombiano, no están preparadas y tampoco poseen los recursos para el desarrollo de los procesos. De hecho el modelo aun 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) que todo 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 & Boyer, 1997).

En este sentido los países deben apuntarle a la integralidad 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, ampliándolo respecto de las visiones con-

vencionales circunscriptas 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 relaciones (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; esta estrategia se requiere 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 la función, 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; 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 –desde el 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, desde 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 (Anlló & Suárez, 2008).

Para complementar lo anterior y las cifras dadas al inicio de este artículo, se debe entender que el bajo gasto en actividades de CyT en la región iberoamericana determinan el primer 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, lo cual es 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 invención asociado a coeficientes de 69.0 y 74.24 (para los dos primeros) medidas en patentes por cada 100.000 habitantes.

Anota, por ejemplo, el informe en materia de desarrollo tecnológico para nuestros países: “Los resultados son aún 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. Tomando 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 aún 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 6 veces menor”. Ver tabla 1. (La elaboración es de Anlló & Suárez, 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/100 integrantes de la PEA.

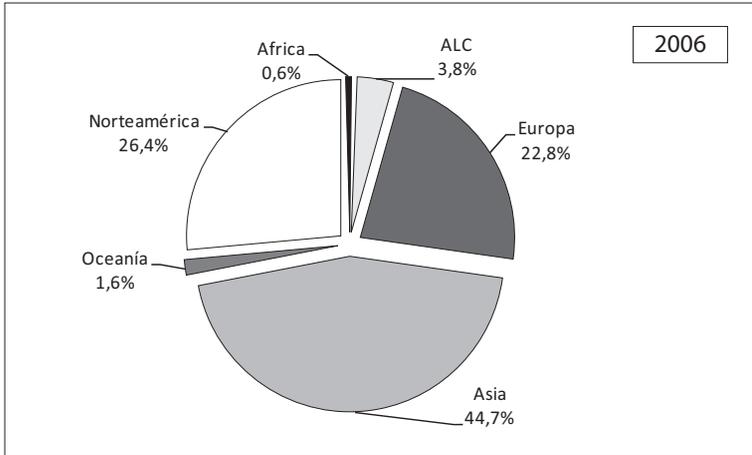
(b) Dólares corrientes.

(c) Incluye los 27 estados miembros.

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de RICyT (2008) y Eurostat (2008).

El caso latinoamericano es más desalentador; sólo 1.42 investigadores por cada 1000 integrantes de la población económicamente activa en I+D, y para el caso colombiano cerca de 0.6 investigadores por cada 1000 de la PEA, frente al estándar internacional. Pero las cifras son más alentadoras en materia consolidada para CTI, incluyendo I+D. Se alcanza un 3.8% del total del gasto (Ver Gráfico 2).

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



Fuente: RICyT. 2008

**Gráfico 2.**  
 Investigadores EJC por el bloque geográfico

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

Agentes		Arg.	Uru.	Bra.	Chi.	Méx.	Col.	Esp.	Ale.	Fra.
Instituciones de C y T	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>		2	26			
	Centros tecnológicos	26	18				12			
	Consultores	34	31	2	3		1	5	4	14
Vínculos comerciales	Empresas relacionadas	22	15	1	5		4	4	6	16
	Casa matriz	15	4				3			
	Clientes	39	34	4	4			5	9	21
	Proveedores	34	50	4	6		24	9	9	25
	Competidores	20 <sup>o</sup>	12 <sup>o</sup>	1	3	9	2	3	4	14

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

## 2. 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 adelante frente a la anterior ley (Ley 29), aún se percibe un discurso romántico y epistemológico que representa ambientes poco integradores frente al concepto de región transformadora 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 *cluster* de invención y adelantos científico-tecnológicos permanentes que propicien el crecimiento y el desarrollo necesario 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, sigue lamentablemente desproporcional 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 me refería 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 este factor de producción como 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.

Considero 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 en los municipios y ciudades cabeceras como de orden rural. No me explico cómo se estimulará y transferirán 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 a 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 darle 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 serán imposibles de medir en las regiones, incluso en el país, de conformidad con las tendencias no solo presupuestales sino cien-

tífico 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 la misma forma, 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*. Creo que hay mucha discursiva en gran parte de la introducción de la ley.

De otro lado, se anota como un logro significativo con 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 Tecnología en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). Lo anterior no aporta un cambio sustancial a la problemática de la investigación, la generación de conocimientos y la transformación regional desde 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 Colombia. Por ello, 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 10 años atrás y por fin se logra, después del clamor de los administrativos de la investigación en el país, no garantiza desde 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. Creo que hubo más ajustes orgánicos y adición del componente de innovación al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, que profundidad en la descentralización de la cien-

cia desde lo investigativo, aspecto al cual también Colombia llega tarde como se pueden ver en las gráficas anexas, para el caso de América Latina y el Caribe. 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.

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 que no nos explicamos su consecución 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 ésta. Los resultados que se evidencian en la última década no son significativos, si se tiene en cuenta 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 tabla siguiente:

Tabla 3.

Grupos de investigación por entidades aportantes y vinculantes. 2008.

Tipo de entidad	Número de grupos	Grupos clasificados incluidos en la información OCYT	Tasa de cobertura
IES	2.163	1.897	87.70%
Centro de investigación y desarrollo tecnológico	80	75	93.75%
Entidades del gobierno central	25	25	100.00%
ONG, Asociaciones y agremiaciones profesionales	23	10	43.48%
Hospitales y clínicas	19	19	100.00%
Empresas	7	7	100.00%
Otros	3	0	0.00%
IPS FL al servicio de las empresas	1	1	100.00%
Total	2.321	2.034	87.63%

Fuente: OCYT. 2008.

Allí se evidencia que el impulso y las facultades entregadas en el pasado a los departamentos, 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 de 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, porque no, a la innovación y esta tarea no se le deja solamente al profesor investigador de los claustros universitarios y los centros de investigación.

- b. Está visto que los municipios y departamentos no cuentan con el convencimiento y la realidad paradigmática como 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 dado en la ley sobre este aspecto y su proceso de descentralización mediante instrumentos, no es claro, queda de esta manera etéreo y poco riguroso. Se puede inducir lo anterior, por ejemplo, en 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 obligatoriedad para la dinámica territorial en el tema del mejoramiento de los indicadores de CTI; de hecho, los municipios colombianos invierten muy poco; casi es nulo el aporte en 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, tecnología e innovación [...]”; aspectos que no son nuevos, 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 ciencia y la tecnología. Incluso, no se destinarán recursos en ese sentido, amen, que se obligue desde la reglamentación. La tendencia y la práctica ha sido que los planes de desarrollo territorial incluyen la ciencia como elemento teórico; los indicadores muestran a unas regiones con bajos niveles de inversión en actividades de CTI, cercanas 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 siguientes:

**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 de 2007)	365.273	368.131	392.349	497.417	543.920	588.410	642.307	686.070	4.083.877

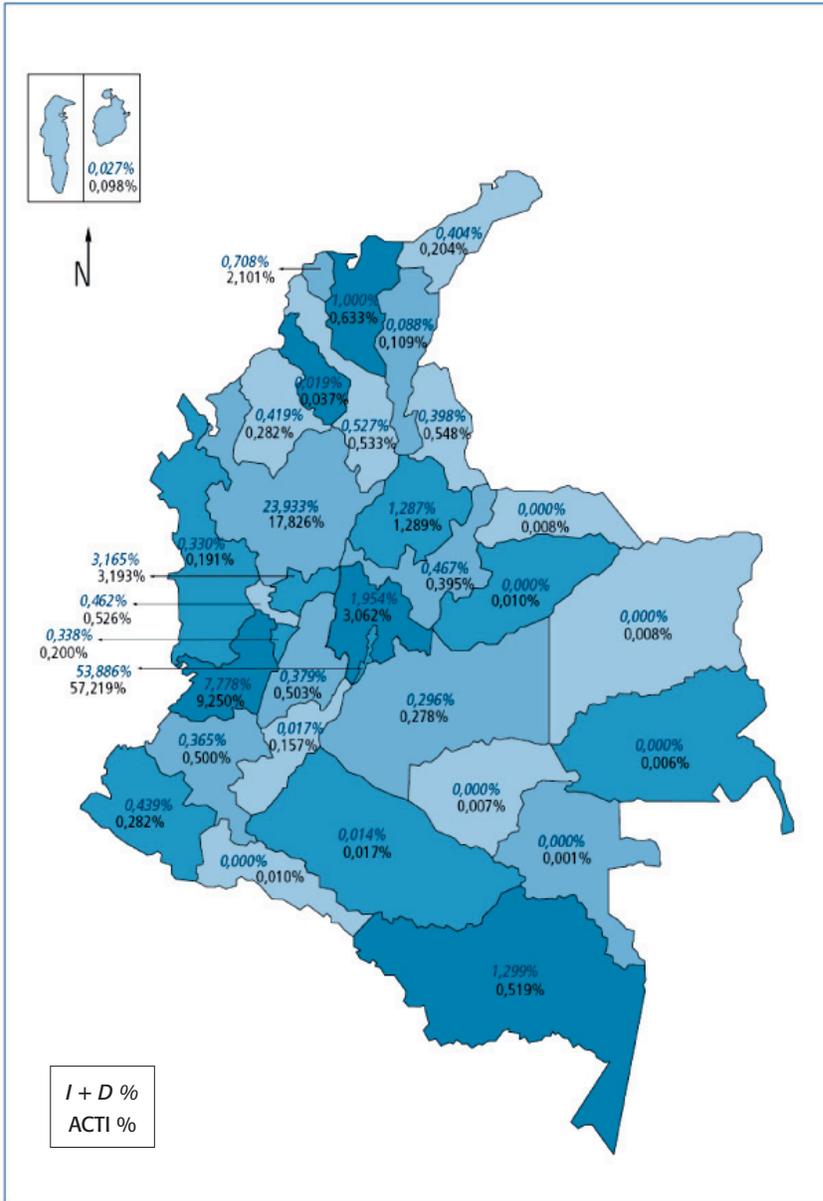
Fuente: OCYT.

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

Tipo de recurso	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000-2007
Públicos	45,04%	37,62%	54,84	50,24	52,58%	56,26%	47,70%	48,59%	50,00%
Privados	52,99%	60,27%	44,99%	44,99%	45,21%	41,32%	49,20%	49,45%	47,29%
Internacionales	1,97%	2,11%	4,76%	3,54%	2,21%	2,42%	3,90%	1,96%	2,71%
Total (millones de pesos de 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

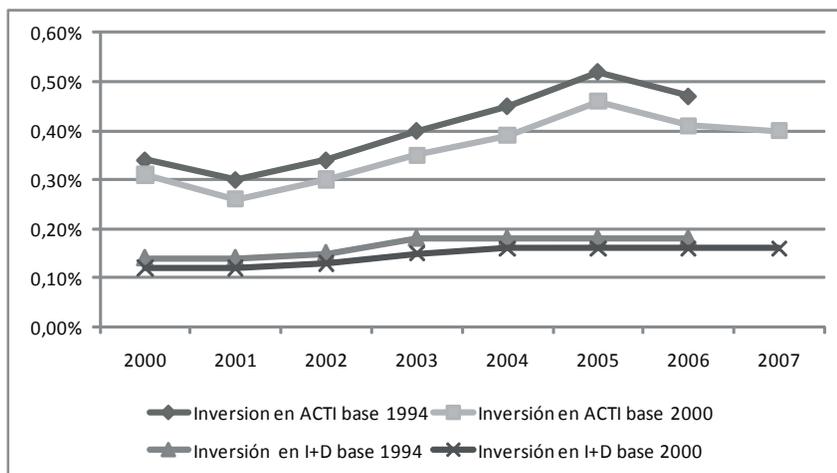
Fuente: OCYT.

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, lo que refleja la poca importancia dada por los entes territoriales a implementar acciones y proyectos que conlleven al fortalecimiento de la CTI, no sólo en los planes de desarrollo sino también como evidencia de que no se constituye en política pública trascendental.



Fuente: OCYT.

Mapa de inversión en actividades de CTI



Fuente: OCYT. Colciencias, 2008.

Gráfico 3.

Inversión en ACTI e I+D como porcentajes del gasto total 2007

En ese sentido, si bien la constitución del fondo para el fortalecimiento de la investigación y la estructura administrativa generada, así como la proveniencia clara de los recursos que lo constituirán, son avances también significativos frente a la descentralización y frente a lo que existe hoy, aun 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 a partir de la constitución de fondos de compensación regional para la investigación, que sean auspiciados con la presencia obligatoria de los recursos de los entes territoriales.

### 3. DESEMPEÑO DE LOS INDICADORES DE USO Y APROPIACIÓN TECNOLÓGICA COLOMBIA VS AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CRITERIOS RELEVANTES FRENTE A LA LEY CTI

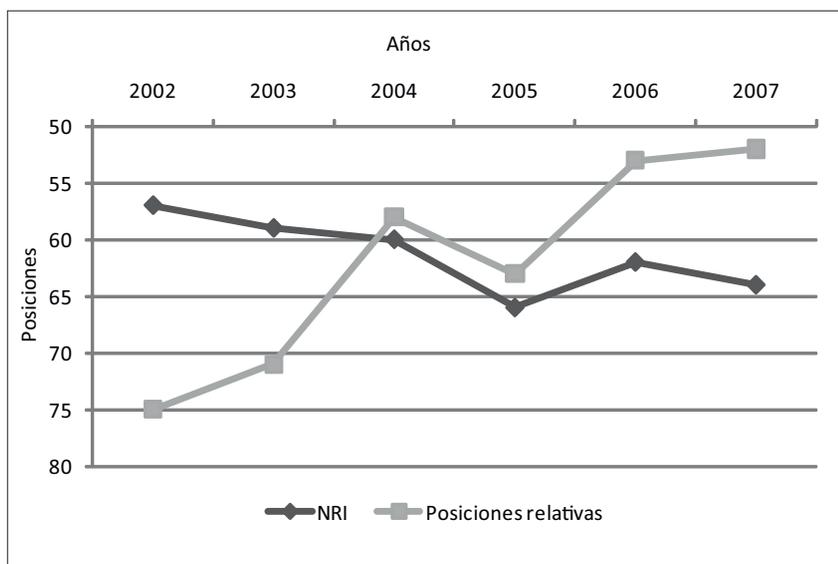
Para sustentar un poco más lo planteado, estudios recientes de la Corporación *Rand* y el Foro Económico Mundial-FEM, 2008, destacan que la competitividad colombiana en materia de innovación tecnológica es baja,

con una calificación de 2.45 para ese año, lo cual es el reflejo de todas las estadísticas que se anexan.

Colombia presenta fuertes barreras para realizar CTI y mucho más en sus regiones y municipios; esto lo demuestra el 100% de los grupos de investigación ubicados en las ciudades capitales y no en los municipios objetos de estudio. Así mismo, las trabas presupuestales y de aprobación de proyectos científicos requeridos por la población no dejan desarrollar el impulso de las agendas prospectivas y de las iniciativas regionales de emprendimiento tecnológico y de competitividad regional establecidas en los Planes Regionales de Productividad y Competitividad de las distintas regiones y subregiones del país.

En este sentido expondré algunos indicadores muy importantes que demuestran la baja calificación en innovación tecnológica dada por el FEM (2008) y 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's 2008 del país.

Es de anotar que Colombia, en la medición 2006-2007, fue calificada 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, perdiendo 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 en el país, especialmente en el tema de la apropiación de la tecnología para resolver problemas en los distintos campos disciplinares. Se observan incluso determinantes empresariales y economías de aglomeración con bajo uso o 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.

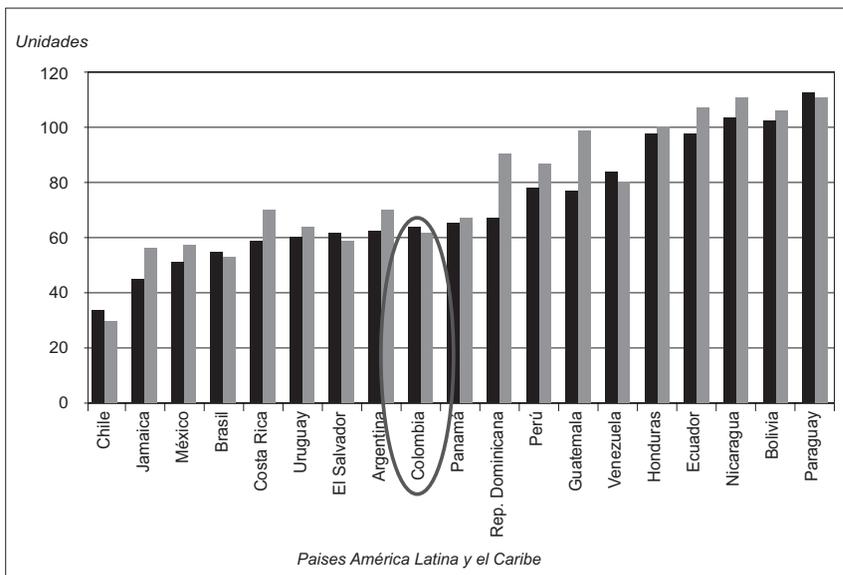


Fuente: Foro Económico Mundial, 2008. Tomado del Plan Nacional de TIC's. 2008.

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

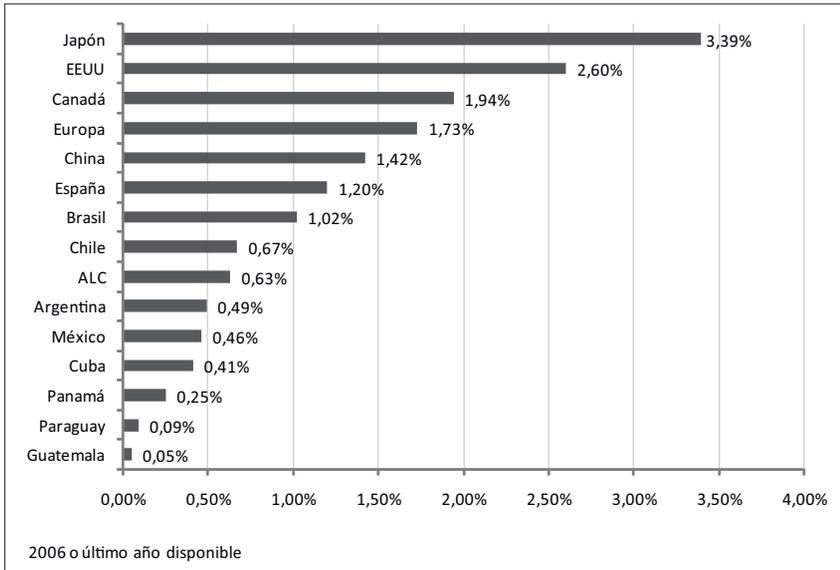
De la misma manera, si observamos el *NRI* en los países de América Latina y el Caribe, la posición colombiana está por debajo de 8 países como Chile, Jamaica, México, Brasil, Costa Rica, Uruguay, El Salvador y Argentina; lo anterior en el criterio que estos países han aumentado, **primero**, el gasto 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 cercanos a 1% (ver gráfico anexo); de la misma manera, han elevado el IDH y el bienestar de la población no solo 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 grafica adjunta países como Chile, México, Argentina, Brasil, Costa Rica, incluso Panamá, presentan mejor IDH que Colombia, por encima de 0.83 y cercana a este

valor referencial. Cruzando 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**, la preocupación por desarrollar a las regiones a través de los procesos de regionalización de la ciencia con recursos, que ha permitido una mayor concurrencia de la población en procesos de innovación y al estímulo para 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 productivos desde la ciencia, sobre en todo en países como Japón, Estados Unidos, Corea, OCDE, Alemania, entre otros, que le apostaron a más 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, y **tercero**, normatividad al alcance de todos.



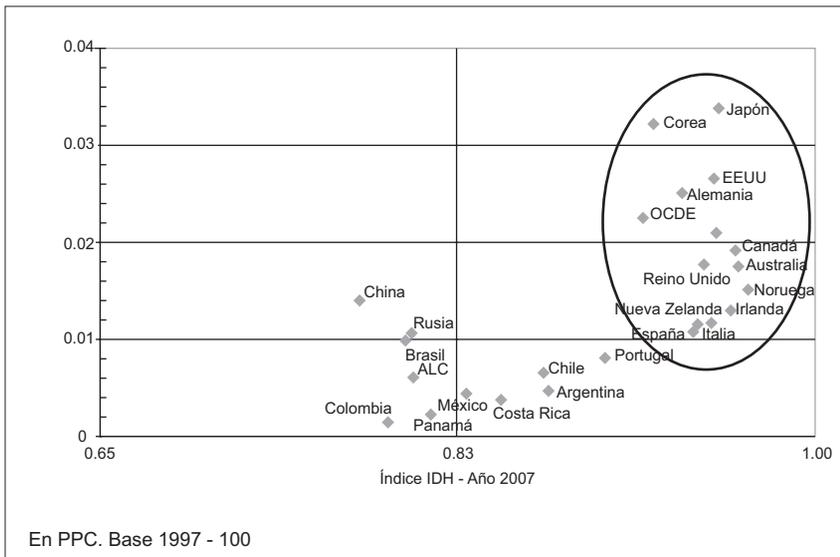
Fuente: Foro Económico Mundial, 2008. Tomado del Plan Nacional de TIC's. 2008.

**Gráfico 5.**  
 Índice de disposición o uso y aprobación tecnológica  
 en Red-Iberoamericana-NRI.2007



Fuente: RICyT, 2008.

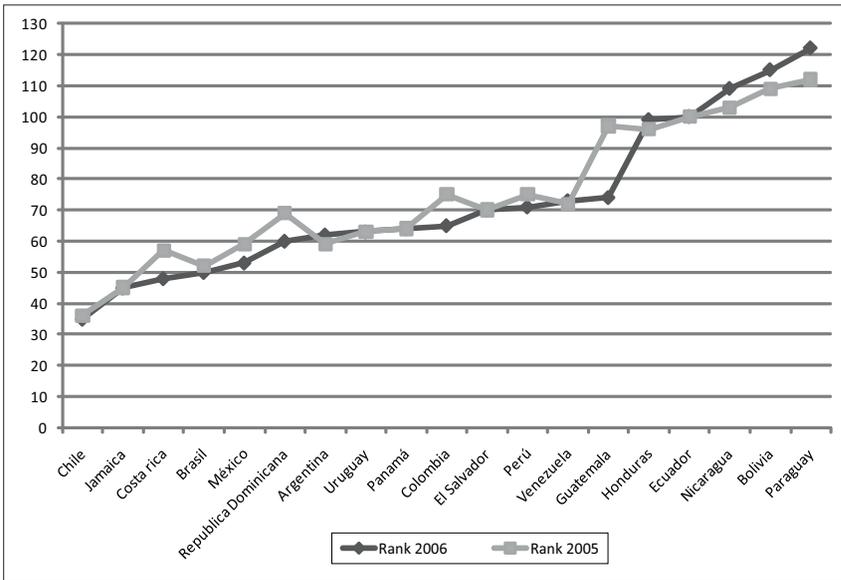
**Gráfico 6.**  
Evolución de la inversión I+D con relación al PIB



Fuente: RICyT, 2008.

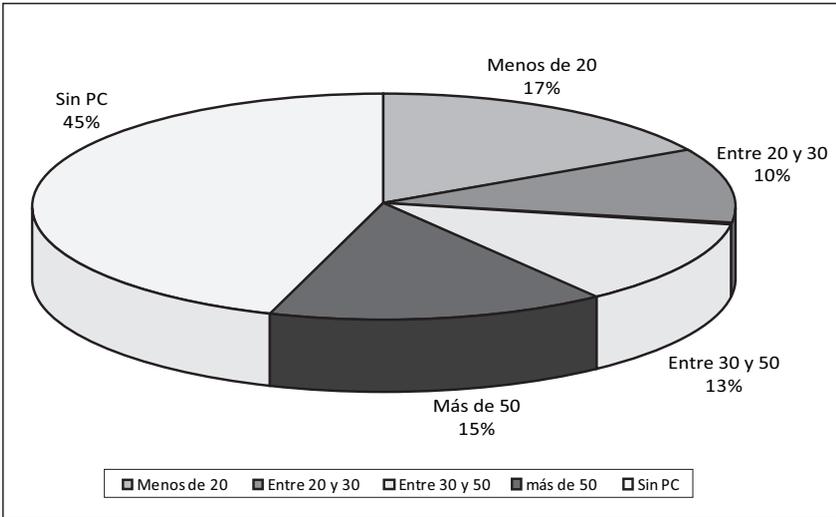
**Gráfico 7.**  
Relación entre IDH e inversión en I+D como % del PIB

Otro indicador que demuestra nuestras debilidades es el Índice de Tecnología-IT. Como se puede evidenciar en él, la situación es lamentable teniendo en cuenta que Colombia viene descendiendo como resultado del avance de los demás países de América Latina y el Caribe. Esto 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 agresiva de fomento al uso de tecnología y apropiación de sus bondades para elevar los conocimientos y los avances productivos regionales. (Ver Gráfico 8).



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

**Gráfico 8.**  
 Índice de tecnología global 2008

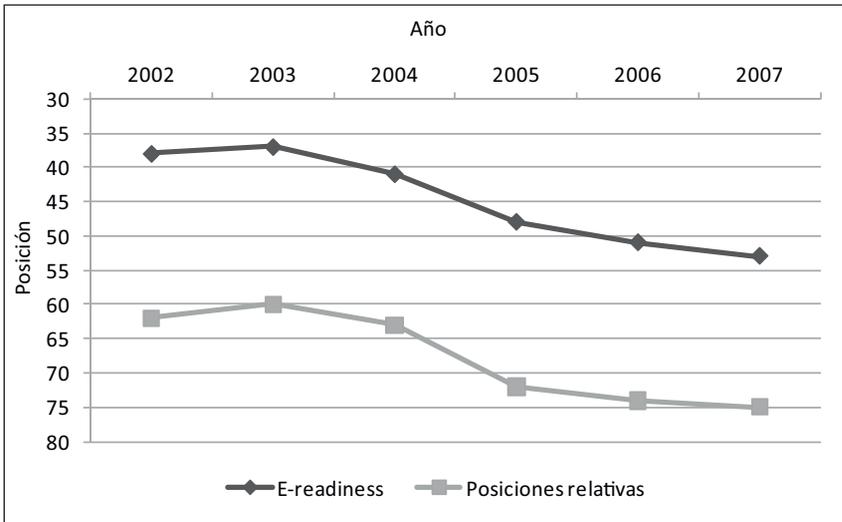


Fuente. Ministerio de Educación Nacional. 2008.

### Gráfico 9.

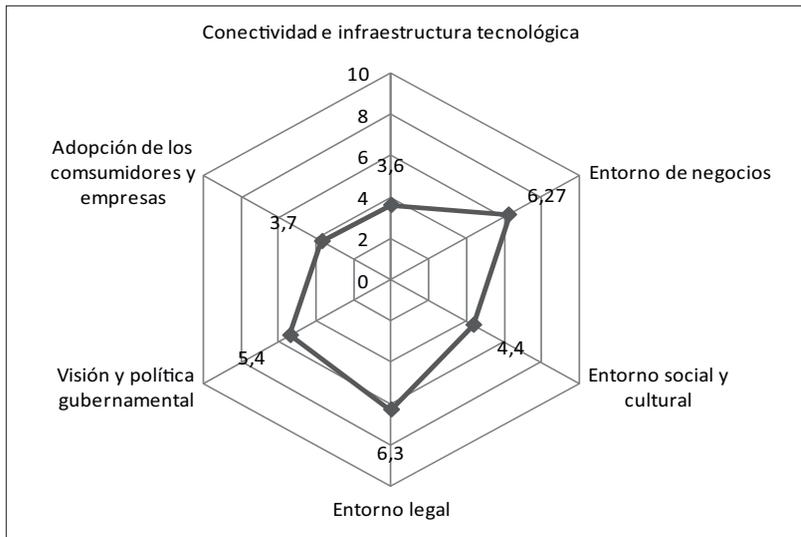
#### Establecimientos educativos según número de estudiantes por computadores, 2008

El *E-Readiness*, índice que valora a nivel mundial la infraestructura de conectividad, tecnología asociada al entorno de los negocios con uso de TIC's, entorno social, legal, político, gubernamental con 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. Cuenta una vez más que los demás países vecinos están trabajando y aportando más recursos para el desarrollo de la tecnología, lo que les tributa en mejores posiciones globales y, de hecho, en más y mejores aportes a la evolución científico tecnológica del país y de las diferentes localidades.



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

**Gráfico 10.**  
 Índice E-Readiness para Colombia, 2007



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

**Gráfico 11.**  
 Índice E-Readiness para Colombia por variables, 2007

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 rigurosidad la Ley frente al acceso a los recursos, o más bien frente al 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's** (6.27); igualmente, frente al **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's 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's. Este indicador muestra qué tanto la población ha generado apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación, cómo se ha avanzado en el desarrollo humano y qué ha avanzado el bienestar social a partir del aumento de gasto en CTI y la inversión en investigación. Los resultados no son satisfactorios para Colombia y sus regiones, y mucho más cuando desde varias fuentes de investigación se llegan a las mismas conclusiones, incluyendo las del mismo gobierno.

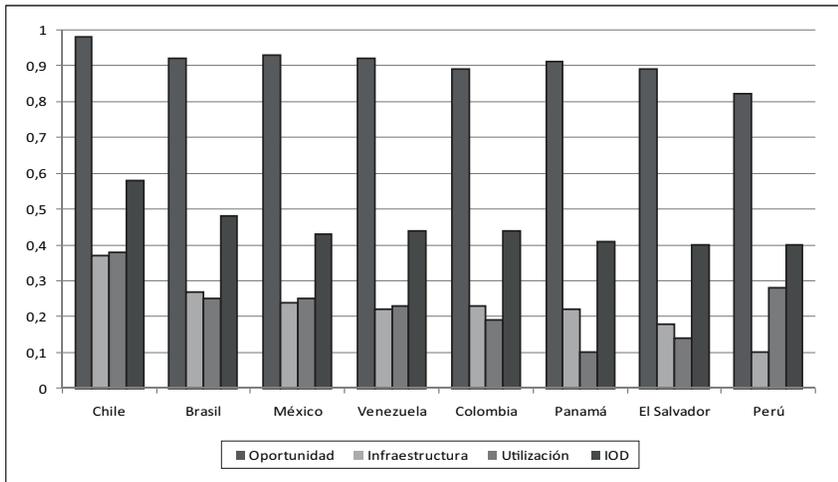
De otro lado, obsérvese la relación PIB per cápita frente al *NRI* en una estructura correlacional ponderada de  $Y = 3.945\ln(x) - 1.263$  y un coeficiente de correlación de  $R^2 = 0.718$ . Se evidencia que mayor aumento en el PIB per cápita, incluso por encima de la línea de regresión, mayor índice de disposición tecnológica. Países como Suecia, Dinamarca, Finlandia, Suiza, Japón y Estados Unidos 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* experimenta 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 que países de la región, como Chile, Brasil, México, Costa Rica, Salvador y un poco Argentina, presentan mejores relaciones Log PIB per cápita vs *NRI*, asumiendo de hecho 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 que, si esto no se desarrolla, los entes universitarios seguiremos asumiendo el papel, y las regiones y los municipios no se fortalecerán, como ha sucedido hasta la fecha, y la ley será débil e infértil para engendrar nuevos procesos de transformación productiva científico tecnológico en Colombia. De esta manera, los indicadores expuestos se mantendrán o terminarán empeorando, como ha sucedido en la mayoría de regiones en los últimos 10 años.

Anotan los investigadores del Plan Nacional de TIC's 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 necesaria alcanzar la línea de tendencia, sino se desea lograr un posicionamiento superior a lo esperado, para situarlo 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 las necesidades y requerimientos que son necesarios 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 a los avances o impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia y sus regiones.



Fuente: UIT. Plan Nacional de TIC's. 2008.

**Gráfico 12.**  
Índice de oportunidad digital, 2006

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, con calificaciones para las tres categorías: Oportunidad (0,89), Infraestructura (0,25) y Utilización (0,19). En el año inmediatamente anterior, nuestro país había ocupado la posición 88, lo cual 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 que se presenta en los demás índices, lo que determina la urgencia de una política agresiva para elevar este componente asociados a otros indicadores de gestión tecnológica que no se explican pero que por sí mismos informan y se anexan a continuación.

**Tabla 6.**  
 Indicadores generales de gestión tecnológica en uso de TIC'S, 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 de 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	853.00	564.411
Usuarios de Internet con banda ancha	671.000	947.000	1.927.000	3.709.000	5.853.000	9.532.704
Usuarios 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.	3.10%	26.20%

Fuente: UIT. Plan Nacional de TIC's. 2008.

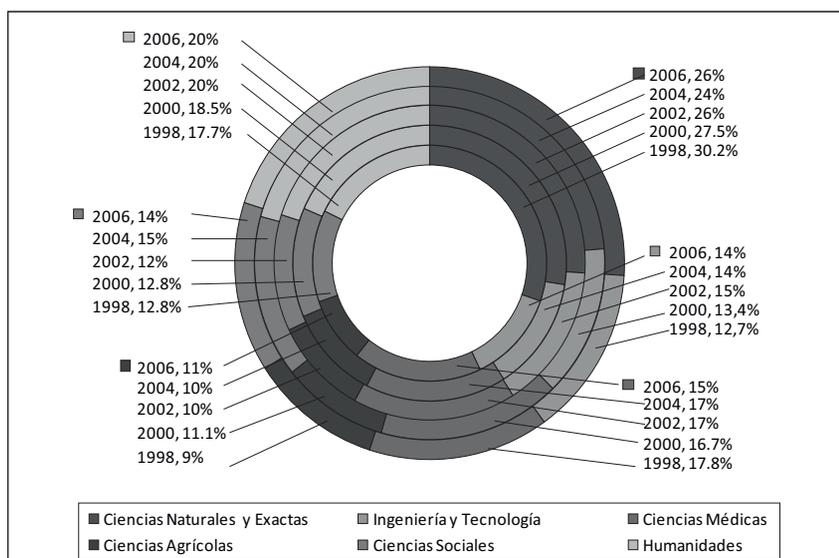
Igualmente, se suma la poca capacidad en materia de científicos en el nivel de magísteres y doctores distribuidos en las regiones, el cual es bajo frente a otros países de América Latina. (Ver tabla 6).

**Tabla 7.**  
 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	20.650	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	20.080	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.

Lo anterior ubica al país y sus regiones en una posición lamentable teniendo en cuenta que el total de 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, pero el caso colombiano en el año 2007 se ubican 91 doctores, lo que representa el 0.83%, de estos, las regiones están en un promedio de 15 doctores para el año en análisis.



Fuente: RIBCyT. 2008.

**Gráfico 13.**  
Graduados en doctorados de ALC

#### 4. CONCLUSIONES

Finalmente, se debe anotar que las regiones frente a este proceso, y conscientes de los indicadores que se tienen, 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 generados

por los entes territoriales; solo así se impulsarán estrategias regionales de cualificación doctoral, publicaciones en redes seriadas de CTI y se le dará profundidad y rigurosidad como política pública a las actividades de investigación en los municipios. La reglamentación de la ley debe, finalmente, concebir la obligatoriedad de los municipios de contemplar recursos de sus presupuestos para financiar las agendas regionales de ciencia, tecnología e innovación. De otro lado, se deben ajustar términos y estructuras en la ley, de tal forma que se acerquen más a las normativas internacionales y a los indicadores productos de políticas públicas que se soportan en ámbitos jurídicos integrados, con visión descentralizadora y con criterios de región.

## Referencias

- Anlló, G. & Suárez, D. (2008). *Innovación: Algo más que I+D. Evidencias iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación: Construyendo las estrategias empresariales competitivas*. Argentina: Editorial RICyT.
- Barrere, R. et al. (2008). *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*. Argentina: Editorial RICyT.
- 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*.
- LEY 1286 de 2009. Sobre Ciencia, Tecnología e Innovación. Diario Oficial, enero 23 de 2009.
- 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). *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*.
- OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA –OCyT. (2008). *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Bogotá: OCyT.
- MINISTERIO DE COMUNICACIONES (2008). *Plan Nacional de Tic's*. Colombia. Bogotá: Mincomunicaciones.