

## Los cuellos de botella del desarrollo endógeno territorial desde la perspectiva del sistema de ciencia, tecnología e innovación en Colombia \*

### *Bottlenecks in the regional endogenous development of Colombia from the perspective of science, technology and innovation*

Pedro Pablo Burbano\*\*  y Martha Nubia Cardona\*\*\* 

Este artículo pretende evidenciar los obstáculos que tiene el desarrollo endógeno territorial desde la perspectiva del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, C+T+I, entre los cuales se destacan: mayor número de catedráticos que docentes de tiempo completo vinculados al sistema universitario; exigua cantidad de doctores, Ph. D, laborando en el Sistema Universitario y en el sistema productivo; imperceptible número de personas haciendo I+D en las empresas y en la industria. Todos estos obstáculos han generado un cuello de botella que retrasa los procesos de desarrollo integral y sostenible de las diversas regiones de Colombia.

**Palabras clave:** innovación, sistema de innovación, desarrollo endógeno, investigación, desarrollo e innovación, I+D+i

161

*This paper aims to show the main obstacles to territorial endogenous development from the perspective of the Science, Technology and Innovation System (STI). Some of these obstacles are: a higher number of part-time professors (instead of full-time professors) in the university system, meager number of Ph. D professors working for the university and the production systems and an undetectable number of people doing Innovation and Development (I+D) in business and industry. These factors helped to produce a bottleneck that delays the process of integral and sustainable development in many regions of Colombia.*

**Key words:** innovation, innovation system, endogenous development, research, development and innovation, I+D+i

\* Este trabajo se llevó a cabo con la contribución de Sofía Rojas León, Armando Rodríguez Cuellar, Cristian Camilo Cagua, Claudia Quiñones, Claudia Viviana Rendón, Bibiana Marín y Oscar Pulido. Todos ellos son integrantes del Semillero de investigaciones de Políticas Públicas y Desarrollo endógeno territorial de APT, ESAP, Bogotá.

\*\* Profesor Asociado, Investigador y coordinador del Semillero de investigaciones de Políticas Públicas y Desarrollo endógeno territorial de APT, ESAP, Bogotá. Integrante grupo investigación: Colombia: sus territorios, regiones, gobierno y sociedades. Correo electrónico: innovayaco@gmail.com.

\*\*\* Directora del Grupo investigación: COLOMBIA: SUS TERRITORIOS, REGIONES, GOBIERNO Y SOCIEDADES. ESAP, BOGOTÁ. Correo electrónico: marthanpc@gmail.com.

*“En un mundo donde la ciencia, la tecnología y la innovación juegan un papel tan preponderante, y dado el potencial que tiene Colombia, avanzar en esta política es una tarea inaplazable”*

(Colciencias, 2008: 3)

## Introducción

Hoy la ciencia, la tecnología y la innovación han transformado el mundo. Vehículos con mejores rendimientos, contruidos con material resistente y reciclable; la comunicación instantánea con la mayoría de los lugares del mundo; Internet al alcance de todos y ofreciendo ofertas de conocimientos para todos los gustos e intereses; vuelos espaciales comerciales que permiten adquirir pasajes para visitar la luna y conocer el planeta tierra desde el espacio sideral; vuelos interoceánicos con todas las comodidades y con las posibilidades de conocer el mundo en ocho días y no en ochenta; nanotecnología capaz de crear escenarios inimaginados por la mente humana en todo aquello que tiene que ver con la salud y la vida; hogares modificados por automatismo, conectividad, teletrabajo, cine, videos, televisores. Estas transformaciones se han logrado porque una comunidad de científicos, interpretando necesidades académicas, sociales, económicas, empresariales, y apoyados por instituciones públicas y privadas, han emprendido acciones individuales y grupales con el fin de contribuir a mejorar las condiciones de vida de la sociedad y generar un desarrollo endógeno territorial.

162

Bajo este panorama las instituciones de educación superior (IES) juegan un papel vital para alcanzar desarrollo sostenible y equidad socioeconómica, y sobre todo, para ser protagonistas en generar escenarios para que los cuellos de botella existentes alrededor de la ciencia, la tecnología y la innovación sean anulados. Estos obstáculos actualmente impiden articular la ciencia, tecnología e innovación con mayor eficiencia, eficacia y efectividad a los procesos de competitividad, productividad y cohesión social, y se evidencian en distintos aspectos de la vida científica y académica: escasos doctores (Ph.D) vinculados al sistema productivo y empresarial, insuficientes programas de doctorado, predominio de los docentes vinculados por hora cátedra sobre los profesores de tiempo completo, exiguos estudiantes de pregrado y posgrado profesionalizándose en el campo agropecuario, limitado número de spin-offs, escaso número de revistas indexadas, investigadores colombianos poco citados a nivel internacional, poquísimas universidades ubicadas entre las mejores del mundo y baja inversión en I+D+i, entre otros. Identificar estos problemas y generar soluciones complementa la misión y visión de las IES en los procesos de dinamización de la investigación, la docencia y la extensión.

En este marco, este artículo pretende responder a la pregunta: ¿cuáles son los obstáculos que han impedido articular la ciencia, la tecnología y la innovación al desarrollo endógeno territorial del país? Para ello nos centramos en cuatro aspectos fundamentales: en la primera parte se esbozan algunos antecedentes y marcos teóricos que sustentan el trabajo; la segunda tiene que ver con los escasos docentes vinculados de tiempo completo en comparación con los de hora cátedra en el sistema

universitario colombiano; la tercera hace alusión al escaso personal laborando en el sistema de I+D+i, la escasa inversión en I+D+i por habitante e investigador y los exiguos doctores laborando en el sistema productivo y empresarial; y la cuarta tiene que ver con las conclusiones. Estos aspectos generan cuellos de botella que impiden acelerar el desarrollo sostenible de Colombia, circunstancia que se convierte en un desafío y una oportunidad para que la universidad colombiana, principalmente la ESCUELA SUPERIOR DE ADMINISTRACION PUBLICA (ESAP) adquiera mayor visibilidad nacional e internacional y pueda cumplir con la misión dos para convertirse en una universidad de misión tres, según Gibbson et al (1994), Bell (1973), Drucker (1965 y 1993) y Bueno (2007). Es decir: conjugar emprendimiento, innovación y compromiso social.

## 1. Antecedentes y marco teórico

Bajo un marco de “glocalización” y competitividad, el desarrollo endógeno territorial - aparte de contar con buena infraestructura relacionada con los servicios de agua, alcantarillado, aeropuertos, tecnologías de la información y la comunicación, puertos marítimos y fluviales, entre otros- necesita contar con capacidades humanas suficientes para lograr mayores cotas de bienestar social y económico.<sup>1</sup> Para catalizar este desarrollo, es menester combinar los bienes materiales y las capacidades humanas del territorio, originando procesos de innovación complejo y combinado (ICC) (Asheim y Gertler, 2005; Asheim, 2007; Asheim et al, 2007; y Gertler, 2008), lo mismo que considerar los modos de innovación (Coenen y Asheim, 2006; Lorenz y Lundvall, 2006; y Jensen et al, 2007).<sup>2</sup> Estos autores indican derroteros que resaltan la pertinencia del conocimiento sobre el desarrollo territorial, conocimientos que se adquieren realizando ciencia, tecnología e innovación y la innovación que se logra haciendo, usando e interactuando (Jensen et al, 2007).

163

El ICC resalta la importancia de los sistemas regionales de innovación, en donde la cooperación de las empresas, las universidades, los centros de investigación y desarrollo tecnológico, las oficinas de consultoría, entre otros actores, son vitales para alcanzar el desarrollo endógeno. En una región determinada, estos actores se articulan para resolver toda clase de problemas de orden técnico, profesional y organizativo con el fin de tornarse más competitivos y socialmente equitativos. En esta clase de cooperación predomina el intercambio de conocimientos de diferentes clases, flujo de conocimientos que requieren de capacidades humanas para su absorción en un contexto de proximidad geográfica (Boschma, 2005).

Los sistemas nacionales y regionales de innovación han sido objeto de investigaciones a nivel internacional, como una respuesta al modelo lineal de innovación, el cual hace parte del modelo interactivo de innovación, cuyos representante más visibles son Freeman (1987), Dosi (1988), Porter (1990), Lundval

1. El neologismo de Robertson, “glocal”, significa: “piensa global y actúa local y piensa local y actúa global”.

2. “Innovación es todo cambio, basado en el conocimiento, que genera valor” (COTEC, 2007a: 28)

(1992), Nelson (1993), Edquist (1997) y Koschatzky (1997). El sistema nacional de innovación podría definirse, según Freeman (1987), como “la red de instituciones, del sector privado y público, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican o divulgan nuevas tecnologías” (citado por Buesa et al, 2002: 70). La dinámica interna y externa permite la retroalimentación permanente entre las administraciones públicas, las empresas, las universidades, los organismos públicos de investigación y diversas instituciones que conforman el entorno social, económico y político.

Por otra parte, los conocimientos generados en los diversos procesos de desarrollo endógeno territorial a través de los clústers geográficos son elementales para fortalecer la innovación. Autores como Maskell (2001) los consideran importantes para fortalecer los procesos de aprendizaje, justificando la innovación como respuesta al fortalecimiento de la transferencia del conocimiento interorganizacional, versión ésta defendida por Zaheer y George (2004), Powell et al (1996), Kogut (1998), Prahalad y Hamel (1990). según Cohen y Levinthan (1990), la capacidad de absorción del receptor para asimilar, valorar y usar los conocimientos transferidos es vital para fortalecer la organización. Asimismo, según Forsman y Solitander (2004), la transferencia es exitosa para la organización según la naturaleza tácita o implícita del conocimiento, lo mismo que la manera horizontal (entre empresas competidoras o complementarias) vertical (proveedor-cliente) o transversal (universidades, administración pública, centros de excelencia) de la transferencia de los conocimientos, según Chesborough y Teece (1996). Además, para Lei, Slocum y Pitts (1997), es pertinente tener en cuenta el contexto económico a la hora de hacer transferencia de conocimientos (Martínez del Río y Céspedes-Lorente, 2006: 32).

164

Asimismo, en estos tiempos de cambios abruptos y exigencias rápidas de adaptación, el desarrollo endógeno territorial se fortalece si existe un buen sistema de ciencia, tecnología e innovación (C+T+I), pues éste juega un protagonismo esencial. La ciencia y la tecnología permean todas las acciones de los hombres y las mujeres debido al uso constante en salud, economía, política, cultura, educación y empleo. Saber aprovechar estos conocimientos y explotarlos implica hacer innovaciones de procesos, de productos, organizacionales, comerciales y sociales, acciones que solamente se hacen operativas si se cuenta en cada territorio con un sistema de C+T+I sólido, el cual le da al desarrollo endógeno territorial las herramientas para tornarse más equitativo y competitivo social y económicamente:

“En nuestros tiempos, la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la innovación juegan un papel fundamental en la creación de riqueza, el crecimiento económico y en el mejoramiento de la calidad de vida de todos los ciudadanos de los países de las Américas. Estas áreas son motores del desarrollo integral. Generan empleo, bienestar a través de innovaciones y de la comercialización de nuevos productos y servicios; ayudan a reducir la pobreza, a mejorar la educación, la salud, la alimentación y el comercio; y son indispensables para la construcción de nuevas capacidades esenciales en el siglo XXI” (OEA, 2006: 11)

En este contexto, el sistema de innovación como base del desarrollo endógeno territorial, sustentado por las empresas, el sistema público de I+D, las administraciones públicas y las organizaciones de soporte de la innovación y el entorno (Rubiralta, 2004: 9), no ha arrancado como se quisiera en Colombia. Las empresas poco participan en la dinámica de innovación e invierten insuficientes recursos en este campo, así como también son escasos los espacios para I+D; apenas el 3% de los que laboran en la industria manufacturera se dedican al diseño, ingeniería, investigación y desarrollo (DANE, COLCIENCIAS, SENA, 2005: 21). En su mayoría, las administraciones públicas están más preocupadas por resolver problemas sociales y económicos del grueso de la población que por prestarle atención a la ciencia y la tecnología; las organizaciones que estimulan y crean conocimientos para la innovación no encuentran como consumir el matrimonio universidad-empresa; y el entorno, principalmente el financiero y la infraestructura vial y aeroportuaria, por mencionar dos casos, no focalizan con mayor atención el tema de la innovación, pues unos no disponen de recursos para incentivar actividades de ciencia y tecnología de riesgo y otros muy lentamente están entrando en la modernidad y exigencias de competitividad internacional.

La tendencia de los países del mundo es ver en el sistema de C+T+I el escenario más apropiado para alcanzar desarrollo endógeno territorial, para imbricarse en espacios competitivos del orden nacional e internacional, con el fin de asegurar mayores ingresos, empleo, salud, educación, descanso y ocio, circunstancias que conllevan a realizar mayores inversiones en educación, en I+D, estímulos empresariales para que adquieran la cultura de la innovación. Sin embargo, en Colombia, si bien se ha avanzado de manera lenta, hay mucho por hacer en este campo. Veamos algunas falencias sobre las cuales se tiene que actuar a nivel regional y nacional para optimizar el desarrollo endógeno territorial y eliminar los cuellos de botella de siempre que impiden progresar y mejorar las condiciones de vida de los colombianos.

165

## **2. Docencia universitaria perneada por mayoría de docentes de cátedra**

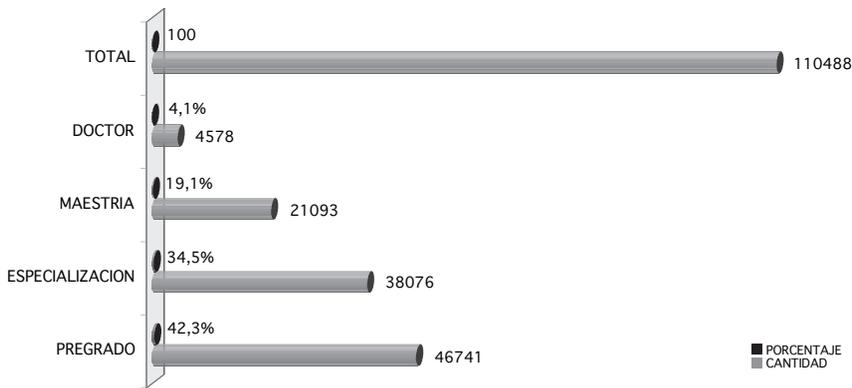
Los procesos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) que se dan en el país provienen, en un alto porcentaje, más del 80% (RICYT, 2009), del sistema universitario colombiano. Los docentes investigadores producen, en su mayoría, conocimientos científicos y muy pocos tecnológicos. A su vez, escasamente sus investigaciones son fuente de *spin-off*.

Pero cuando se penetra en la “caja negra” del quehacer docente se encuentra con los siguientes indicadores, que no son otra cosa que el resultado del esfuerzo, atención y pertinencia que se le ha dado al sistema de innovación del país. Veamos:

a. *Formación de los docentes universitarios*: El sistema de Educación Superior cuenta con 110.488 docentes, para el año 2010, según el SNIES (2010), de los cuales 46.741 son docentes que cuentan con un nivel de formación de pregrado, 38.076 docentes tienen especialización, 21.093 poseen maestría y 4.578 son doctores o Ph. D. Es decir, el 4,1% de los docentes universitarios goza, según el

título de Ph.D., de las capacidades necesarias y suficientes para realizar investigación en el país; el 19,1% tienen la necesaria capacidad para efectuar investigaciones, según el título de maestría; el 34,5% está integrado por especialistas que poseen competencias para adelantar procesos de investigación; y el 42,3% cuenta con pregrado y gracias a su experiencia laboral y pedagógica puede hacer investigaciones (**Gráfico 1**).

**Gráfico 1. Nivel de formación de los docentes universitarios (2009)**



166

Fuente: MEN-SNIES, 2010. Elaboración propia.

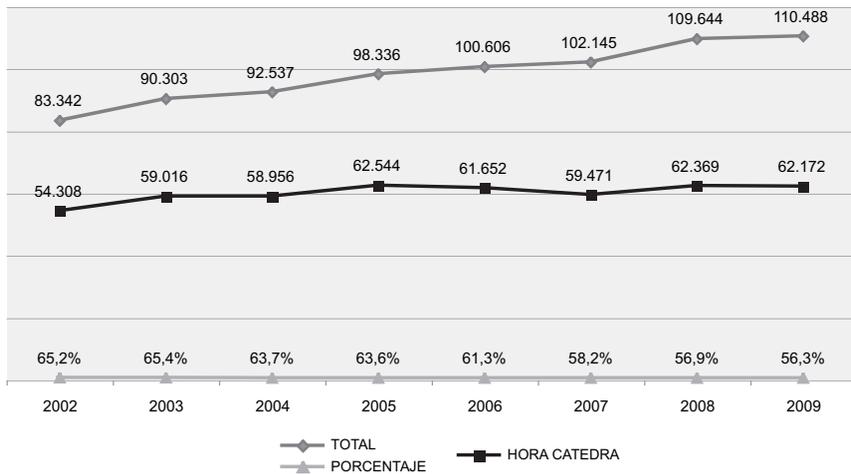
La existencia de pocos docentes de tiempo completo, lo mismo que los exiguos Ph. D vinculados al sistema universitario, hace que la información y los conocimientos producidos en los claustros universitarios escasamente se puedan convertir en innovaciones sociales, culturales, empresariales, industriales y organizacionales, entre otras, impidiendo de esta manera spill-overs para el territorio. Una región se desarrolla en la medida en que cuenta con talento humano capaz de absorber conocimientos y utilizarlos en la solución de los problemas que lo aquejan.

b. *Docentes según tipo de vinculación:* tomando como referencia el año 2009, los docentes de tiempo completo son 33.288 (el 30,1%), los que tienen vinculación de medio tiempo 15.028 (el 13,6%) y los docentes de hora cátedra son 62.172 (el 56,3%).

Los docentes de hora cátedra han sido mayoría en las labores de docencia universitaria. Por ejemplo: en el 2002, eran 54.308 de un total de 83.342,

representando el 65,2%; en 2003 eran 59.308 de un total de 90.303, significando el 65,4%; en el 2004, de un total de 92.537 docentes, 58.956 eran catedráticos (lo que representaba el 63,7%); en 2005 fueron catedráticos 62.544 de 98.336 docentes (el 63,6%); para el 2006, de un total de 100.606 docentes, 61.652 eran catedráticos (el 61,3%); de los 102.145 de 2007, 59.471 eran catedráticos (el 58,2%); y de los 109.644 de 2008, fueron 62.369 vinculados por hora cátedra, (equivalente al 56,9%). Todo esto se puede ver en el **Gráfico 2**.

**Gráfico 2. Docentes hora cátedra, porcentaje respecto al total (2009)**



Fuente: MEN-SNIES, 2010. Elaboración propia.

Desde inicios del siglo pasado ha venido reinando una cultura intermitente sobre la pertinencia de la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo endógeno territorial, reflejando procesos de educación escasamente articulados con los problemas sociales y económicos del país. Por ejemplo, hacia 1986 se inician los doctorados en Colombia, tradición investigativa que refleja lo tardío que comenzó Colombia a organizar estos primordiales procesos de investigación, adquisición y creación de conocimientos. Por consiguiente, no es raro que aún predomine en el sistema universitario colombiano la vinculación de docentes por hora cátedra, vinculación laboral que no garantiza hacer ciencia, generar tecnología y articular los conocimientos al desarrollo endógeno territorial.

Sabemos que el crecimiento económico sostenible a mediano y largo plazo de un país se basa fundamentalmente en el incremento de la productividad y competitividad (Sánchez, 2005: 191), que actualmente se alcanzan cuando el conocimiento permea las diversas actividades que se realizan en los sistemas productivo, educativo, social,

político, cultural, ecológico y ambiental, principalmente en cuyos sistemas la universidad juega un papel transversal, altamente protagónico y sustancial. Esa universidad está conformada e integrada por docentes, entre otros actores del sistema universitario, que potencian las capacidades para investigar, absorber, adoptar, adaptar, utilizar y difundir conocimientos, docentes que necesariamente deben ser vinculados a jornada completa para lograr resultados que dinamicen los procesos académicos, investigativos, sociales, productivos y competitivos. Sin embargo, Colombia está lejos de lograr estos propósitos, circunstancia que plantea la pregunta: ¿será posible acompasarnos al ritmo de los países desarrollados con los pocos docentes vinculados de tiempo completo?

Asimismo, al ser un eje vital del sistema de innovación y del desarrollo endógeno territorial, la universidad dinamiza el uso y la generación de conocimientos (Colciencias, 2008: 3), convirtiéndose estos dos aspectos en fuerzas esenciales para la sociedad del conocimiento que, a la vez, demandan capacidades humanas necesarias para asimilar y adaptar los avances de la ciencia y la tecnología al quehacer productivo, social, económico, político y cultural. Sin embargo, llegar a la realidad esbozada por Colciencias está remoto de alcanzarse debido a la baja densidad de docentes de tiempo completo y a los pocos doctores vinculados al sistema educativo universitario colombiano. Actualmente las horas cátedra de los miles de docentes no alcanzan para hacer investigación en los claustros universitarios, postergando el paso de la implementación de la universidad de tipo dos a la de tipo tres, según dicen Gibbson et al (1994), Bell (1973), Drucker (1965 y 1993) y Bueno (2007). Para ello se necesita conjugar emprendimiento, innovación y compromiso social.

168

### **3. Insuficientes investigadores laborando en I+D+i y escasos vinculados a las empresas**

En este orden de ideas, Colombia realiza escasos esfuerzos para invertir en I+D+i, ocasionando graves perjuicios a la sociedad en general y contribuyendo de esta forma a incrementar las ya pronunciadas y visibles asimetrías científicas, tecnológicas y sociales del territorio. Hacer inversiones en I+D+i posibilita que existan mayores capacidades para asimilar, adoptar, adaptar y crear conocimientos; crea mayores oportunidades para generar empleo e incrementar los ingresos de los hogares; permite atraer inversión extranjera directa; facilita mayores escenarios de competitividad; y fortalece el sistema educativo en sus diversos niveles de formación. Es decir, permite acceder con mayor facilidad al desarrollo endógeno territorial.

Hoy, hacer I+D “en un mundo donde la ciencia, la tecnología y la innovación juegan un papel tan preponderante, y dado el potencial que tiene Colombia, avanzar en esta política es una tarea inaplazable” (Colciencias, 2008: 3), que además ningún país del mundo puede darse el lujo de dejar de hacer y por ende excluirse de las bondades que ella trae para la sociedad en general. Veamos algunos obstáculos:

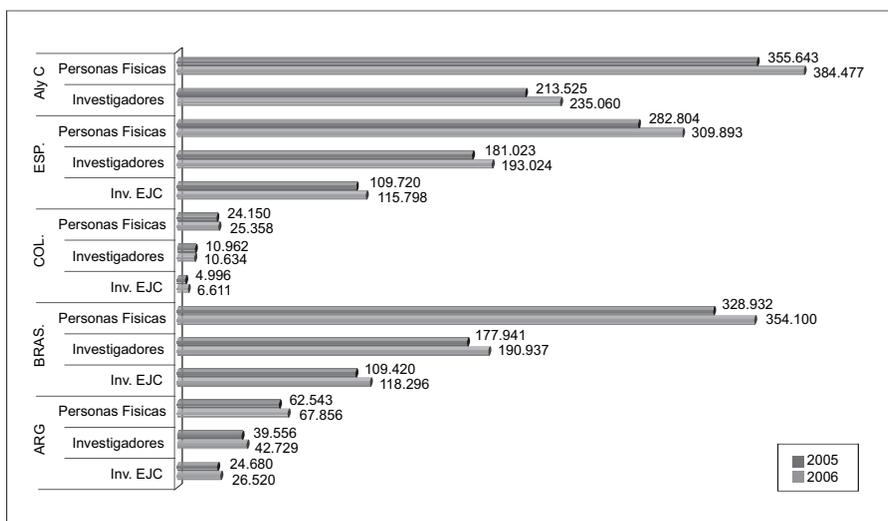
*a. Incrementar los esfuerzos para aumentar el personal que labora en I+D es una tarea todavía pendiente en nuestro país y en el continente latinoamericano. Para*

2004, Colombia apenas contaba con un poco más de 23.000 personas en el sistema de I+D. En 2005 este número ascendió a 24.150, y en el 2006 a 25.358. En 2005, 10.962 de ellos eran investigadores y, de éstos últimos, 4.996 eran de tiempo completo (RICYT, 2009).<sup>3</sup>

La población en Colombia que trabaja en estos campos es baja, comparada con España, que cuenta con más de 282.000 y 309.000 personas, para los años 2005 y 2006 respectivamente. De ellas, 181.023 y 193.024 eran investigadores y de éstos 109.720 y 115.789 trabajaban de tiempo completo en los años aludidos. Brasil ha repuntado exitosamente en este nuevo milenio y cuenta con más de 328.000 y 354.000 personas laborando en I+D. De ellas, 177.941 y 190.937 son investigadores. El país cuenta además con 109.420 y 118.296 investigadores de jornada completa para los años mencionados anteriormente (Gráfico 3).

Según la RICYT (2009), en 2006 Estados Unidos contaba con 1.443.397 investigadores de tiempo completo, lo cual, en la comparación con los existentes para la misma época, significa que aquel país tenía seis veces más investigadores que toda América Latina y el Caribe. El país norteamericano posee 12 veces más investigadores de tiempo completo que Brasil y 218 veces más que Colombia.

**Gráfico 3. Personal que labora en sistema de I+D**



Fuente: RICYT, 2009. Elaboración propia.

3. Son proyecciones realizadas por el autor a partir de las cifras de Villaveces (2005), realizando un incremento del 5% anual de las personas que laboran y se vinculan al sistema de I+D colombiano.

Si Colombia quiere articularse a los procesos globales y locales de competitividad, debe implementar acciones para aumentar el personal en I+D, pues ellas garantizan capacidades para absorber, transformar y crear conocimientos, requisitos indispensables para acrecentar la productividad en los diversos sectores de producción y permitir *spill-overs* o derrames a sectores tales como salud, vivienda, vías y carreteras, aeropuertos y educación, entre otros. Es decir:

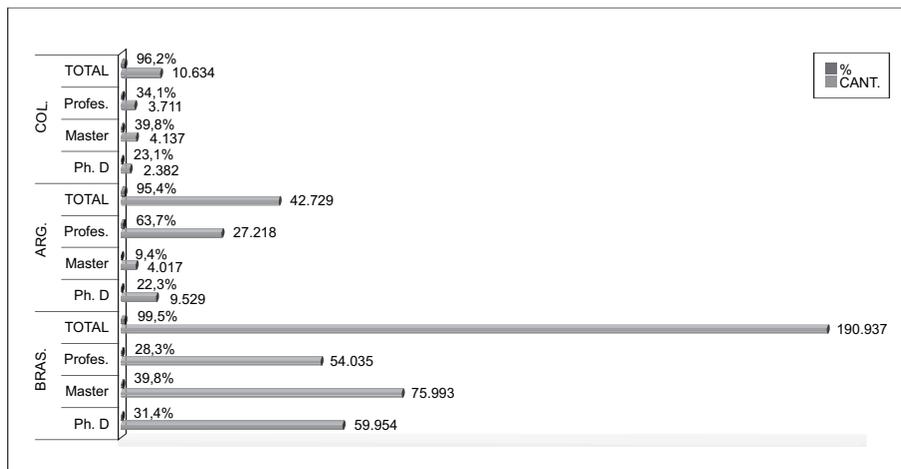
“toda sociedad local que hoy busque una inclusión digna en el mundo global tiene que atender, de manera prioritaria, los procesos de adquisición, producción, innovación y aprovechamiento del conocimiento, ya que estas actividades están directamente relacionadas con la inclusión, o no, de la localidad a la sociedad del conocimiento y en el papel que ocupa en el contexto socioeconómico globalizado” (Suárez, 2008: 195).

b. *La formación de los que laboran en I+D es fundamental para lograr hacer efectiva la transferencia de tecnología, crear conocimientos y realizar las innovaciones necesarias.* Sin embargo, Colombia cuenta con un reducido número de doctores que hacen labores de I+D. No pasan de 2385, contrario a Brasil, en donde se contaba con más de 59.000 en 2006, y a Argentina, donde hay más de 9500 con formación de Ph. D. Los que tienen una formación de maestría, para el caso colombiano, están por el orden de los 4137. En Brasil llegan a 75.993 personas y en Argentina a 4017 personas. Los profesionales de Colombia, de Brasil y de Argentina están representados en 3711, 54.035 y 27.218 respectivamente (**Gráfico 4**).

170

Contar con investigadores altamente cualificados es tener mayores posibilidades de absorber conocimientos, los cuales, al adoptarse, adaptarse y crearlos, ocasionan grandes beneficios para la sociedad en general. Es decir, las capacidades humanas facilitan salvar obstáculos y convertir conocimientos en productos comerciales, obtener desarrollo endógeno territorial equitativo y competitivo.

**Gráfico 4. Formación de los investigadores que laboran en I+D (2006)**



Fuente: RICYT, 2009. Elaboración propia.

c. La anterior situación se corrobora con el estudio “Tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) para el fomento de las PYMES exportadoras de América Latina y Asia Oriental”, llevada a cabo por Ueki, Yasuhi et al (2005). Allí se expresa que “las PYMES representan más del 95% de las empresas en la mayoría de los países analizados. En Singapur este porcentaje es ligeramente inferior (92%) (...) Las PYMES generan una cantidad considerable de empleos, que varía entre el 50% y el 85%, aunque estos porcentajes son inferiores a los relativos al número de empresas” (Ueki, Tsuji y Cárcamo, 2005: 67).

Es decir, se debería impulsar acciones para que las empresas colombianas contaran con mayor número de investigadores entre el personal que hace I+D, con el fin de crear mayores capacidades de innovación entre ellas. Los investigadores articulan con mayor éxito los conocimientos que la empresa necesita a través de la adquisición de equipos, patentes, conversatorios con los proveedores, entre otras formas de transferencia de tecnología, para lograr los propósitos de las diferentes innovaciones que se emprendan. También se debe aumentar la capacidad de absorción de conocimientos e información parte del núcleo universitario, pues los profesionales e investigadores que laboran y se forman en sus diferentes campus tienen ese gran compromiso social y político, pues estos profesionales, magísteres o doctores tienen la responsabilidad de adaptar la I+D a la empresa, conocimientos que se logran desde afuera o desde adentro con el fin de transformarlos en resultados comerciales (Azagra, 2004: 31). Hacer I+D es costoso y requiere inversión en formación de capacidades humanas y en la adquisición de equipos o compras de licencias.

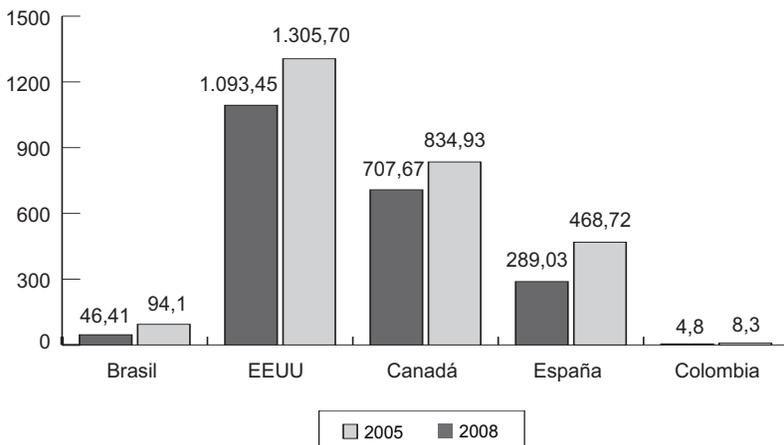
Además, y referenciando la segunda encuesta de innovación en Colombia, el personal empleado distribuía sus actividades laborales de la siguiente manera: el 61,9% en el área de producción; el 29,9% en administración, ventas y distribución; el 5,2% en los departamentos de calidad, pruebas y ensayos, ambiental y manejo de residuos, salud y seguridad industrial, informática y sistemas; y el 3% en diseño, ingeniería, investigación y desarrollo (DANE, Colciencias, DNP, 2005: 21).

En cuanto a la formación de estos trabajadores, su escolaridad se presenta de la siguiente forma: 16,2% tienen primaria, 50,9% secundaria, el 12,2% es profesional y el 9% está integrado por técnicos. Cuentan con una formación de Ph. D. o doctores 324 personas (el 0,1% de los trabajadores). Estos profesionales son contratados el 49,4% por la gran empresa, el 27,2% laboran en la mediana y un 23,5% en la pequeña empresa (DANE, Colciencias, DNP, 2005: 21). En Colombia, los investigadores empresariales son pocos si se los compara con algunos países desarrollados: representaron el 0,007% de la población activa en el año 2005, mientras que “en España, los investigadores empresariales representaban en 2003 el 0,18% de la población activa, una cifra que (...) está todavía lejos de los valores de países como Alemania (0,45) o Francia (0,4)” (COTEC, 2007b: 59). Desde la perspectiva de investigadores de las empresas por mil activos, Colombia contaba con 0,07 por mil para el año 2005. La Unión Europea, en promedio, contaba con 2,4 por mil, los Estados Unidos con el 5,9 y Japón con 6,3 (Sánchez, 2005: 73).

d. *Colombia invierte de manera insuficiente en I+D+i, teniendo en cuenta el contexto internacional.* Por ejemplo, en I+D por habitante, según el **Gráfico 5**, en 2008 gastaba 8,3 dólares, en tanto que países como Estados Unidos y España invertían 1305,7 y 468,72, respectivamente.

172

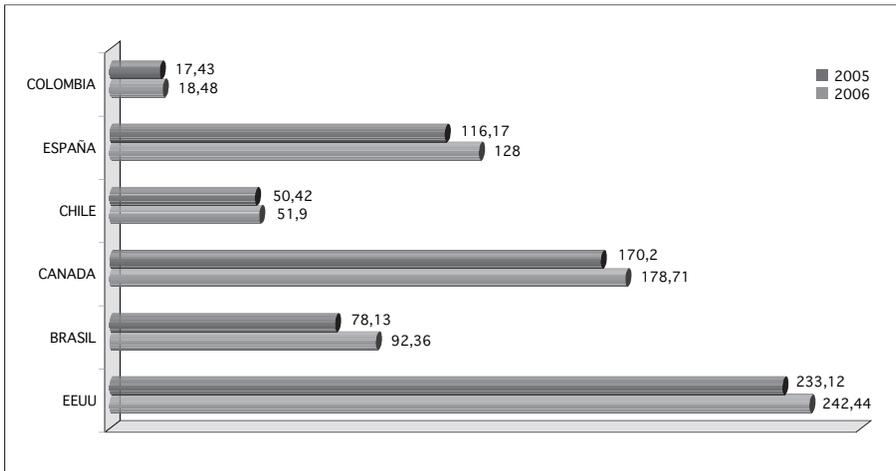
**Gráfico 5. Gasto en I+D por habitante (en dólares)**



Fuente: RICYT 2010. Elaboración propia.

En cuanto a las inversiones por investigadores de tiempo completo (EJC), las diferencias son marcadamente visibles. En 2006 Colombia hizo una inversión de más de 18.000 dólares por investigador, mientras que España gastaba 128.000, Canadá más de 178 mil, y Brasil sobrepasaba los 92.000 dólares anuales (**Gráfico 6**).

**Gráfico 6. Gasto en I+D por investigador de tiempo completo (EJC) (miles de dólares)**



173

Fuente: RICYT 2010. Elaboración propia.

Por tanto, la universidad y el Estado se han convertido en un espacio de globalización, competitividad e innovación, un epicentro vital para lograr la inserción, articulación e inclusión de la sociedad en general, de las empresas, de las personas y de las instituciones, a la conquista del bienestar social y económico. Como columna vertebral de creación, adaptación, transformación y difusión del conocimiento (en el caso de la universidad), y como regulador de las fuerzas del mercado y la cohesión social (en el caso del Estado), ambas entidades están llamadas a direccionar el desarrollo sostenible y a optimizar las condiciones de vida de los ciudadanos mediante la formación del talento humano, de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) que se encuba e irriga en y para la sociedad. De esta manera y bajo el maridaje Universidad-Estado, se alcanzará en menos tiempo la generación de soluciones de los cuellos de botella mencionados.

## Conclusiones

Por estar conformada por diversos territorios, y al padecer de grandes desigualdades sociales, económicas y políticas, Colombia debe emprender acciones más concretas en el campo del Sistema de C+T+ I para reducir las profundas brechas que ha ocasionado la Sociedad del Conocimiento. La inversión escasa en I+D+ I, los pocos recursos destinados a financiar la innovación por parte de las instituciones públicas y privadas, los pocos investigadores laborando en las empresas, la baja tradición cultural de la innovación por parte de los principales actores del sistema productivo, el reducido número de programas y doctores que egresan anualmente, la paradoja existente entre la vocación agrícola de la región y el bajo número de estudiantes que atrae este campo de estudio indican asimetrías del desarrollo endógeno territorial, obligando a los actores políticos, empresariales e industriales, investigadores, rectores, instituciones, organizaciones y sociedad civil a realizar un frente común con el fin de colocar más atención al sistema de I+D+I como una fórmula básica para obtener mejores condiciones de vida para todos los colombianos, fortalecer el desarrollo endógeno territorial y evidenciar las bondades de la ciencia, la tecnología y la innovación en cada municipio y departamento del país.

Las variadas necesidades de los colombianos y el endeble desarrollo endógeno territorial reclaman la presencia de investigadores y docentes altamente cualificados, con el fin de hallar, en las insuficiencias, oportunidades para poner en juego la creatividad de los docentes e investigadores. Son ellos, los investigadores y docentes, los llamados a encontrar conocimientos que transformen el quehacer de la sociedad y hagan del sistema de ciencia, tecnología e innovación un campo operativo de las políticas públicas para las empresas, la industria, la educación, la salud, la vivienda, las vías y carreteras, los aeropuertos. Para lograr este espíritu conceptual, se necesita que la universidad, primordialmente la ESAP, juegue un papel protagónico y decidido en el marco de la sociedad de la información y el conocimiento, pues ésta sería una forma de atenuar los cuellos de botella de la ciencia a la tecnología y la innovación que hoy padecen las regiones del país.

## Bibliografía

ASHEIM, B. (2007): "Differentiated knowledge bases and varieties of regional innovation systems", *Innovation*, vol. 20, n° 3, pp. 223-241.

ASHEIM, B., COENEN, L., MOODYSSON, J. y VANG, J. (2007): "Constructing knowledge-based regional advantage: Implications for regional innovation policy", *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, vol. 7, 2-5, pp. 140-155.

ASHEIM, B., ASHEIM, B. T. y GERTLER, M. (2005): "The geography of innovation: Regional innovation systems", en Fagerberg, J., Mowery, D. y Nelson, R. (eds.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press, pp. 291-317.

AZAGRA, J. (2004): *La contribución de las universidades a la innovación: efectos del fomento de la interacción universidad-empresa y las patentes universitarias*, tesis doctoral, Universidad de Valencia, Departamento de análisis económico.

BELL, D. (1973): *The coming of post-industrial society: A venture in social forecasting*, New York, Basic Books.

BUENO, E. (2007): "La tercera misión de la Universidad", *Boletín Intellectus*, n° 12, pp 15-17.

BUESA, M., BAUMERT, T., HEIJS, J. y MARTINEZ, M. (2002): "Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre regiones españolas", *Economía Industrial*, vol. 5, n° 347, Madrid, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid, pp 67-84.

CHESBOROUGH, H. W. y TEECE, D. J. (1996): "When is virtual virtuous? Organizing for innovation", *Harvard Business Review*, vol. 74, n° 1, 65-73.

COENEN, L. y ASHEIM, B. T. (2006): "Constructing regional advantage at the northern edge", en P. Cooke, y A. Piccaluga (eds.): *Regional Development in the Knowledge Economy*, Londres, Routledge, pp. 84-110.

COLCIENCIAS (2008): *Colombia construye y siembra futuro. Política nacional de fomento a la investigación y la innovación*, Bogotá.

COTEC (2007): *Las relaciones en el Sistema Español de Innovación*. Libro Blanco, Madrid, Gráficas Arias Montano.

COTEC (2007b): *Tecnología e innovación en España*, informe COTEC 2007, Madrid, Gráficas Arias Montano.

DANE, COLCIENCIAS Y DNP (2004): *Innovación y desarrollo tecnológico en la industria manufacturera*. Colombia 2003-2004, Bogotá.

DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R. R., SILVERBERG, G. y SOETE, L.L.G. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Frances Pinter.

DRUCKER, P. (1965): *The Future of Industrial Man*, Londres, New American Library.

DRUCKER, P. (1993): *Post-capitalist Society*, Oxford, Betterworth-Hainemann.

EDQUIST, C. (1997): *Systems of innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, Londres.

FREEMAN, C. (1987): *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinters Publishers.

GERTLER, M. S. (2008): "Buzz without being there? Communities of practice in context", en A. Amin y J. Roberts (eds.): *Community, Economic Creativity and Organization*, Oxford, Oxford University Press.

GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P. y TROW, M. (1994): *The New Production of Knowledge*, Londres, Sage.

JENSEN, M. B., JOHNSON, B., LORENZ, E. y LUNDVALL, B. A. (2007): "Forms of knowledge and modes of innovation", *Research Policy*, vol. 36, pp. 680-693.

176 KOGUT, B. (1988): "Joint Ventures: Theoretical and Empirical Perspectives", *Strategic Management Journal*, vol. 9, pp. 319-332.

KOSCHATZKY, K. (1997): *Technology Based Firms in the Innovation Process*. Management, Financing and the Regional Networks, Heidelberg.

LORENZ, E. y LUNDVALL, B. A. (2006): *How Europe's Economies Learn: Coordinating Competing Models*, Oxford, Oxford University Press.

LUNDVALL, B. A. (1992): *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter.

MARTINEZ DEL RIO, J. y CESPEDES-LORENTE, J. (2006): "Generación y difusión de la Innovación en distritos industriales", en *Revista Sistema Madri+d*, monografía 16, pp. 29-41.

MASKELL, P. (2001): "Knowledge Creation and Diffusion in Geographic Clusters", *International Journal of Innovation Management*, vol. 5, n° 2, pp. 213 -237.

NELSON, R. (1993): "National Innovation Systems. A Comparative Analysis", Nueva York/Oxford, Oxford University Press.

PORTER, M. (1990): *The Comparative Advantage of Nations*, Free Press y Macmillan.

POWELL, W. W., KOPUT, K. W. y SMITH-DOERR, L. (1996): "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology", *Administrative Science Quarterly*, vol. 41, pp. 116-145.

PRAHALAD, C. y HAMEL, G. (1990): "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review*, vol. 68, n° 3, pp. 79-92.

RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (2009): *El Estado de la Ciencia*.

SANCHEZ, J. A. (2005): *La tecnología y la innovación como soporte del desarrollo*, COTEC, Madrid, Gráficas Arias Montano, S. A.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION DE EDUCACION SUPERIOR (2010): *Ministerio de Educación Nacional*. Disponible en: [www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142239\\_archivo\\_pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142239_archivo_pdf).

SUAREZ, M. (2008): *Universidad y desarrollo local en Latinoamérica*. Disponible en: [www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/pub/est\\_edu/pdf/suarez.pdf](http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/pub/est_edu/pdf/suarez.pdf).

UEKI, Y., TSUJI, M. y CARCAMO, R. (2005): *Tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) para el fomento de las PYMES exportadoras en América Latina y Asia Oriental*, Santiago de Chile, PNUD-CEPAL, IDE.JETRO.

VILLAVECES, J. (2005): "Ciencia y tecnología en Colombia", *Innovación y Ciencia*, vol. 12, n° 1 y 2, Bogotá.

ZAHEER, A., LOFSTROM, S. y GEORGE, V. P. (2002): "Interpersonal and Interorganizational Trust in Alliances", en F. J. Contractor y P. Lorange (eds.): *Cooperative Strategies and Alliances*, Oxford, Pergamon Press, pp. 347-377.

177