



Lecturas de Economía

ISSN: 0120-2596

lecturas@udea.edu.co

Universidad de Antioquia

Colombia

Lopera, Carolina; Gutiérrez, Edwin; Marín, Juan Carlos

Indicadores: ciencia y tecnología en países de América Latina, 1990-2001

Lecturas de Economía, núm. 59, julio-diciembre, 2003, pp. 177-206

Universidad de Antioquia

.png, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155218004006>

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



Peter Bruegel -el Viejo-. El pais de jauja, 1566

Pedro, *el pais de jauja? ¡Ja, ja, ja!*, 2003

Indicadores: ciencia y tecnología en países de América Latina, 1990-2001

Carolina Lopera
Edwin Gutiérrez
Juan Carlos Marín

Lecturas de Economía –Lect. Econ.– No. 59. Medellín, julio - diciembre 2003, pp. 177-206

Indicadores: ciencia y tecnología en países de América Latina, 1990-2001

Carolina Lopera, Edwin Gutiérrez y Juan Carlos Marín

Lecturas de Economía, 59 (julio-diciembre, 2003), pp.179-208.

Resumen: *La ciencia y la tecnología son fundamentales para el crecimiento económico, ya que a través de la generación de conocimiento cambian las formas de producción y los estándares de vida. Al comparar América Latina con los países industrializados los indicadores muestran atraso en la participación de estas actividades, aunque, en la última década, algunos países alcanzaron logros importantes como resultado del esfuerzo en inversión en ciencia y tecnología. Colombia requiere un mayor esfuerzo en esta materia y fortalecer los programas de postgrado y la cooperación del sector productivo en los procesos de investigación y desarrollo impulsados por las universidades, aunque se debe reconocer el avance que presentan los indicadores de producción científica y tecnológica.*

Palabras clave: ciencia y tecnología, investigación y desarrollo experimental, educación. Clasificación JEL: O32, I29.

Abstract: *Science and technology are vital for economic growth because, through knowledge, production and life conditions change. When comparing Latin America and industrialized countries, indicators show lower participation in activities related to knowledge, although, in the last decade some countries have shown progress in science and technology. Colombia requires more effort in this area and higher investment in science and technology, as well as stronger cooperation of the productive sector in the research and development projects developed by universities. It is important to recognize the progress shown by indicators in scientific and technological production.*

Key words: science and technology, research and experimental development, education. JEL: O32, I29.

Résumé: *La science et la technologie sont essentielles pour la croissance économique, étant donné qu'avec la création de nouvelles connaissances, les formes de production et les niveaux de vie changent. Comparant l'Amérique Latine et les pays industrialisés, les indicateurs montrent la participation inférieure dans les activités liées à la connaissance, bien que, dans la dernière décennie, quelques pays aient montré du progrès en science et technologie. La Colombie exige un plus grand effort et un investissement plus élevé en science et technologie aussi bien qu'une coopération plus forte des projets productifs de recherche et développement créées par les universités, même si l'on admet le progrès présenté par les indicateurs de production scientifique et technologique.*

Mots clés: science et technologie, recherche et développement expérimentale, éducation. JEL: O32, I29.

Indicadores: ciencia y tecnología en países de América Latina, 1990-2001

Carolina Lopera, Edwin Gutiérrez y Juan Carlos Marín*

-Introducción. -I. Ciencia, tecnología y desarrollo económico. -II. Indicadores de ciencia y tecnología. -Conclusiones. -Anexo. -Bibliografía.

Primera versión recibida en octubre de 2003; versión final aceptada en noviembre de 2003 (Eds.).

Introducción

Las políticas sobre ciencia y tecnología implementadas desde la década de 1960 en los países de América Latina buscaban la estructuración de sistemas nacionales de ciencia y tecnología, por lo que el Estado era visto como una palanca del desarrollo tecnológico. Además, se creía que el progreso científico y tecnológico era lineal: partiendo de un desarrollo de la ciencia básica se alcanzaría el desarrollo

* Carolina Lopera Oquendo: estudiante del Programa de Economía, Universidad de Antioquia. Pasante en investigación, Centro de Investigaciones Económicas —CIE—, Dirección postal: Calle 44, No. 92-22. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: clopera@agustinianos.udea.edu.co; Edwin Alderid Gutiérrez Loaiza: Estudiante del Programa de Economía, Universidad de Antioquia. Pasante en investigación, Centro de Investigaciones Económicas —CIE—, Dirección postal: Carrera 81B No. 56A-01, apartamento 217. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: edwinald@agustinianos.udea.edu.co; Juan Carlos Marín Bolívar: Estudiante del Programa de Economía, Universidad de Antioquia. Dirección postal: Calle 26 No. 58C-44, apartamento 201. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: jcmarin@agustinianos.udea.edu.co.

Este artículo es un resultado de investigación obtenido a partir de la elaboración del documento de trabajo "El desarrollo de la ciencia para un país en vía de desarrollo", el cual fue presentado en la Mesa de Trabajo No. 1 del Simposio Internacional: Hacia un Nuevo Contrato Social en Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Equitativo, realizado en Medellín por la Universidad de Antioquia entre el 18 y 21 de mayo 2003. El trabajo fue coordinado por el profesor Jairo Humberto Restrepo Zea. Agradecemos los valiosos aportes y comentarios del profesor Jairo Humberto Restrepo Zea y las estudiantes Luz Mery Correa, Diana Patricia Murillo y Lina María Correa, del Programa de Economía de la Universidad de Antioquia. Las opiniones expresadas en este artículo son responsabilidad de los autores.

endógeno de tecnologías. Por ello, la ciencia y la tecnología se incorporaron paulatinamente al discurso y a la práctica de las políticas públicas. El problema estaba en que el modelo económico (sustitución de importaciones) no comenzó a demandar el conocimiento científico y tecnológico esperado, y en países como Bolivia, Colombia y Perú la industria se concentró más en la adaptación y mejora tecnológica que en actividades de innovación.

Hoy día, los países latinoamericanos tienen un desafío en la ciencia y la tecnología que implica alcanzar índices similares a los logrados por los países asiáticos, que lograron disminuir las brechas económicas con los países industrializados promoviendo el progreso tecnológico y la generación de conocimiento, lo cual no necesariamente es fácil de asumir en un mundo globalizado como el que vivimos. En primer lugar, se está presentando un fuerte cambio tecnológico, lo cual dificulta el proceso de absorción tecnológica (*catching up*), que fue la base del crecimiento y desarrollo económico para Japón y los países del sudeste asiático hace algunas décadas. En segundo lugar, se está estableciendo un fuerte predominio de empresas multinacionales en los negocios e inversiones internacionales, por lo que se precisa un buen sistema de ciencia y tecnología, de manera urgente. En tercer lugar, los países industrializados muestran una tendencia a un mayor proteccionismo científico-tecnológico, lo cual conlleva a una apropiación privada de los resultados del desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Este artículo muestra el comportamiento de los principales indicadores en ciencia y tecnología en países latinoamericanos y algunos países industrializados representativos, con el propósito de mostrar los resultados obtenidos en la última década. Los países considerados en el estudio son: Argentina, Bolivia, Brasil, México, Chile, Perú, Venezuela, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Canadá, y Colombia;¹ éste último se analiza de manera comparativa con los demás países incluidos. Siguiendo el propósito descrito, en la primera parte se presentan algunas consideraciones iniciales, teóricas y aplicadas a nuestro campo de estudios, que darán cuenta de la terminología que caracteriza el campo de la ciencia y la tecnología y la manera de analizar esta información. En la segunda, se muestran los principales indicadores relacionados con el gasto en ciencia y tecnología, el recurso humano disponible, el número de patentes solicitadas y otorgadas y la cantidad de publicaciones indexadas. Finalmente, se presentan algunas conclusiones.

1 Estos son los países que presenta una serie de análisis más estable y con mayor información en la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología —Ricyt— (2003) la cual es la fuente primaria de la información utilizada en el presente artículo.

I. Ciencia, tecnología y desarrollo económico

La ciencia y la tecnología han sido fundamentales en los procesos de crecimiento y desarrollo económico en los cuales se han involucrado las diferentes naciones, bajo un contexto social, político, económico e institucional diferente, buscando así una sociedad capaz de crear sus propios mecanismos de aprendizaje, inducir la construcción de su entorno y su realidad mediante el conocimiento, adaptarse y transformar las formas de producción y los modos de vida a través de los avances en los sistemas de comunicación, la globalización y el progreso científico y tecnológico, dinamizadores del cambio social.

Las teorías modernas del crecimiento están basadas en diferentes supuestos sobre el comportamiento de los factores de producción y explican los mecanismos de transmisión, su evolución e impacto en el desarrollo económico y el mejoramiento de la calidad de vida de las sociedades. En especial, los modelos de crecimiento endógeno asumen que el crecimiento sostenido del ingreso per cápita se encuentra en las condiciones económicas y tecnológicas que enfrentan los agentes, por lo que el crecimiento a largo plazo es un fenómeno endógeno, resultante de inversiones motivadas por la búsqueda de ganancia (Sala-i-Martin, 1994)

Estos modelos derivan en recomendaciones a favor de la intervención pública, la regulación y provisión de bienes públicos, además de garantizar los derechos de propiedad física e intelectual, a través del sistema de patentes; esto es necesario debido a que los agentes privados no obtienen de su inversión en tecnología la totalidad de los beneficios sociales de la misma, debido a la existencia de externalidades tecnológicas positivas. Se plantea, entonces, que es indispensable crear mecanismos de intervención que busquen acercar los ritmos de generación tecnológica a los socialmente óptimos, por lo que es necesario dar mayor importancia al sistema de educación y a los marcos institucionales en los cuales se desarrollan las actividades de ciencia y tecnología.

En las últimas décadas, diferentes teorías han adelantado propuestas para explicar el "milagro asiático". Todas ellas coinciden en la identificación de algunos factores claves, principalmente el papel central de la inversión, el cual se ve reflejado en un rápido crecimiento de su stock de capital físico y en las altas tasas de inversión en capital humano. Sin embargo, existen significativas diferencias en la explicación que las diferentes teorías realizan sobre los mecanismos causales de tal "milagro". Un primer grupo es llamado teorías *acumulacionistas*, las cuales hacen hincapié en el papel de la inversión en el movimiento de estas economías a lo largo de su función de producción. El otro grupo es el de las teorías *asimilacionistas*, las cuales ven la inversión en capital humano y físico como condición necesaria pero

no suficiente para el proceso de asimilación, enfatizando en el papel del espíritu empresarial (*entrepreneurship*), la innovación y el aprendizaje, como factores claves utilizados los países del Este asiático para desarrollar nuevas tecnologías que fueron adaptando las naciones industrializadas más avanzadas (Nelson y Pack, 1998)

En los países en desarrollo, la ciencia y la tecnología se perciben como mecanismos que favorecen el desarrollo económico. Para explicar esta relación existen dos aproximaciones teóricas (Drori, 1993). La primera, denominada "modelo jerárquico", percibe la ciencia y la tecnología como mecanismos para utilizar mejor los recursos humanos. Considera la ciencia como el resultado del libre pensamiento; en cambio, la tecnología es vista como un resultado del pensamiento deductivo, el cual depende del conocimiento científico y es la encargada de producir la innovación. Bajo esta concepción, las políticas se basan en la adopción de tecnología extranjera y la necesidad de realizar inversión en infraestructura para permitir que el conocimiento, básico y aplicado, pueda desarrollarse y asimilarse.

La segunda aproximación, denominada "modelo simétrico", asume que la ciencia y la tecnología son comunidades parcialmente separadas y determinadas de acuerdo con la sociedad, por lo que a partir de las particularidades de cada país se reflejan las acciones de los distintos grupos sociales, a través del desarrollo de diversos cuerpos de conocimiento y la socialización de los resultados de dicho proceso. En relación con el desarrollo económico, la ciencia lo afecta transmitiendo valores de desarrollo y modernización, mientras la tecnología ofrece soluciones para la conexión entre recursos y necesidades económicas locales.

Los conceptos de ciencia y tecnología comienzan a cobrar importancia no solo en el mundo académico sino, también, en la comunidad internacional. A finales de la década de 1960, se señalaba en América Latina la necesidad de crear instituciones y organismos encargados de elaborar políticas y planes científicos y tecnológicos, los cuales inicialmente estaban dirigidos a crear la infraestructura necesaria para impulsar las actividades científicas y tecnológicas (Conferencia de Punta del Este, Citado por: Sábato y Botana, 1968, p. 18). Posteriormente, se orientaron hacia la promoción y coordinación de la actividad científica, el desarrollo de sistemas de información y la capacitación del personal técnico y profesional. En Colombia, en 1968, se creó el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas—Colciencias—; más adelante, mediante la Ley 29 de 1990 y los Decretos 393, 585 y 591 de 1991, se creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, el cual reconoce al Estado, la comunidad científica, académica, universitaria y productiva como los actores principales de dicho sistema.

Debido a la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo y crecimiento de las naciones, varios organismos nacionales e internacionales han realizado esfuerzos importantes para avanzar en el proceso de construcción de indicadores que permitan sistematizar la información sobre el tema y construir manuales para guiar su aplicación y uso en diferentes entidades, aún considerando que esta construcción ha tenido muchas dificultades, principalmente las asociadas a la generación y validez de la información y a la elaboración misma de los indicadores.² Las metodologías más aplicadas son las de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos —Ocde—, la cual ofrece los medios adecuados para orientar la adopción de criterios y procedimientos comunes para la medición de procesos en ciencia y tecnología descritas en los manuales de Oslo (OEI, 2003) y Frascati (Ocde, 2002),³ los cuales tratan de manera generalizadas todas las actividades de ciencia y tecnología e innovación.

Por otro lado, existen organizaciones como la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología —Ricyt— (disponible en: <http://www.ricyt.org>), la cual busca promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, en un marco de cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento político para la toma de decisiones. En Colombia, la entidad encargada de aplicar y sistematizar los indicadores es el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología —Ocyt— (<http://www.ocyt.org.co/>), el cual tiene como misión investigar sobre el estado y las dinámicas de ciencia, tecnología e innovación, producir indicadores e informar y transferir metodologías de medición a los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología —Sncyt—.

II. Indicadores sobre ciencia y tecnología

Los indicadores de ciencia y tecnología están clasificados, según el manual de Frascati (OCDE, 2002), en indicadores de recurso (*input*), de resultados científicos y tecnológicos, y de impacto económico y social.⁴ A su vez, los indicadores de recurso incluyen los gastos en investigación y desarrollo, y los recursos humanos dedicados

2 Para ampliar el tema sobre la construcción de indicadores ver Jaramillo (2002).

3 Este manual hace parte de la familia de manuales elaborados por la Ocde, del cual se han elaborado seis ediciones; la última de ellas corresponde al año 2002.

4 Estos últimos no serán abordados en este artículo; sin embargo, serán tema de estudio para trabajos posteriores, como el caso de la investigación: Lopera, Carolina y Marín, Yulieth, 2003, "Impacto del gasto en ciencia y tecnología de la Universidad de Antioquia: evaluación de proyectos de menor cuantía y programa jóvenes investigadores", Trabajo de Grado (en proceso). Medellín, Universidad de Antioquia, programa de Economía.

a esta actividad, de modo que miden el esfuerzo realizado en la sociedad para construir una base científica y tecnológica que permita impulsar el desarrollo económico. El segundo grupo mide, directa o indirectamente, los resultados y la eficiencia obtenida a partir de la inversión realizada, incluyendo el análisis de patentes y de los indicadores bibliométricos. Por último, los indicadores de impacto económico y social despliegan la balanza tecnológica comercial y el comercio internacional de productos de alta tecnología. La elaboración de estos indicadores parte de reconocer las actividades de ciencia y tecnología, es decir, todas las actividades relacionadas con la producción, promoción y difusión de conocimientos científicos y tecnológicos. La Tabla 1 describe lo que se entiende por ciencia y tecnología, caracterizándola en tres actividades fundamentales: investigación y desarrollo experimental, enseñanza y formación científica y técnica, y servicios científicos y técnicos.

Tabla 1. *Actividades en ciencia y tecnología*

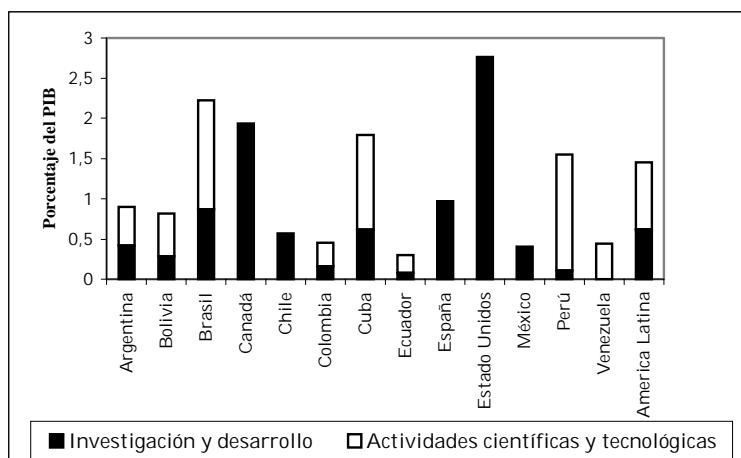
Investigación y desarrollo experimental	Enseñanza y formación científica y técnica	Servicios científicos y técnicos
Comprende el trabajo creativo, llevado a cabo en forma sistemática, para incrementar el volumen de los conocimientos humanos, culturales y sociales, y el uso de esos conocimientos para derivar aplicaciones. Incluye tres actividades: -Investigación básica: trabajos experimentales o teóricos que se emprenden para obtener nuevos conocimientos, sin pensar en ninguna aplicación o utilización determinada. -Investigación aplicada: trabajos originales para adquirir nuevos conocimientos, dirigidos hacia un objetivo práctico específico -Desarrollo experimental: trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes, dirigidos a la producción de nuevos materiales o dispositivos.	Comprende: -Educación superior. -Formación especializada no universitaria. -Formación y perfeccionamiento postuniversitario. -Formación de científicos e ingenieros.	Actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo experimental que contribuyen a la producción, difusión y aplicación de los conocimientos técnicos, incluyendo: -Actividades de ciencia y tecnología de bibliotecas. -Actividades de ciencia y tecnología de museos. -Traducción y edición de literatura de ciencia y tecnología. -Inventarios e informes. -Prospección. -Recolección de información de fenómenos socioeconómicos. -Ensayos, normalización, control de calidad -Actividades de asesoramiento a clientes, incluyendo servicios de asesoría agrícola e industrial. -Actividades de patentes y licencias a cargos de organismos públicos.

Fuente: Elaborado con base en los manuales de Oslo (OEI, 2003) y Frascati (Ocde, 2002)

A. Gasto en ciencia y tecnología.

Como se observa en el Gráfico 1, Cuba y Brasil se destacan como los países que más invirtieron en 2001 en este rubro, con un 2,22% y 1.79%, del PIB, respectivamente, con la excepción de Estados Unidos y Canadá, que solo en investigación y desarrollo invirtieron, 2,76% y 1,93%, del PIB, respectivamente. Asimismo, Perú muestra una cifra significativamente alta, al alcanzar 1,55% del PIB, fuertemente influenciado por las actividades científicas y tecnológicas. En los otros países de América Latina ninguno alcanza el 1% de PIB en inversión en ciencia y tecnología; cabe anotar que los datos que se tienen sobre Chile (0,57%) y México (0,40%) solo consideran el índice en investigación y desarrollo. Por otro lado, Estados Unidos (2,76%), Canadá (1,93%) y España (0,97%) presentan altos niveles de gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, lo cual es una medida del nivel de la producción tecnológica que se desarrolla en estos países.

Gráfico 1. *Países de América y España: gasto en ciencia y tecnología en relación al PIB, 2001**



*O último año disponible. Nota: la Ricyt considera el gasto en ciencia y tecnología como la suma agregada del gasto en investigación y desarrollo más actividades científicas y tecnológicas.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003.

Para el caso colombiano, es de anotar que solo está por encima de Venezuela y Ecuador, los cuales gastan en ciencia y tecnología alrededor del 0,35% del PIB y se está muy por debajo de alcanzar el promedio latinoamericano, el cual es de 1,45%, para 2001, mientras Colombia solo gastó el 0,45% en el mismo año. Por último,

durante toda la década de 1990 el gasto en ciencia y tecnología fue relativamente constante para la mayoría de países en estudio; este indicador en América Latina era, en 1990, 1,44% del PIB total, y para 2001 era de 1,45% (ver Anexo).

América Latina se aleja de los países industrializados en cuanto a la inversión en investigación y desarrollo, que, como se observa en la Tabla 2, gastaron un promedio de 2.2% del PIB, en el año 2000: Alemania (2,48%), Francia (2,15%), Reino Unido (1,86), Japón (2,98%) e Italia (1,04% en 1999). Cabe anotar que la investigación y el desarrollo hace parte de la ciencia y la tecnología, como lo anotamos arriba (Tabla 1), por lo que en esa materia la inversión debe ser mucho más alta.

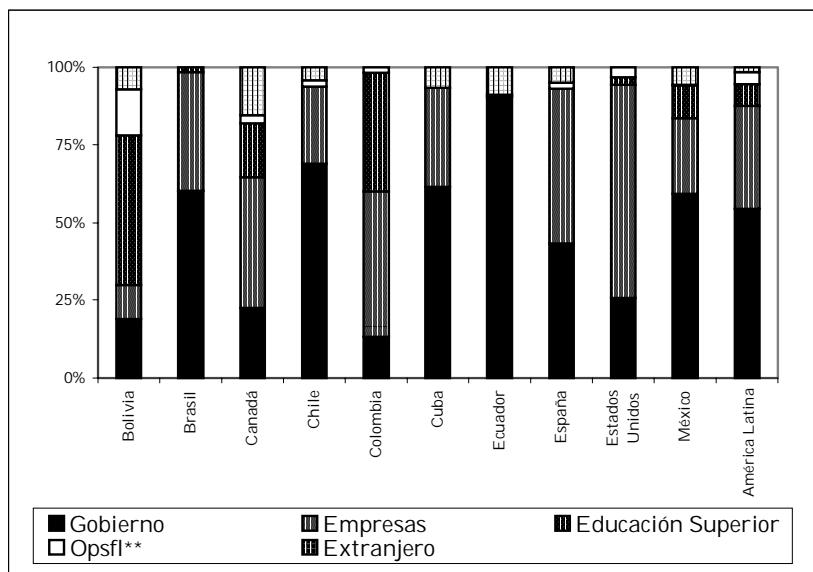
Tabla 2. *Países industrializados: gasto en investigación y desarrollo con relación al PIB, 1996-2000*

Países industrializados	1996	1997	1998	1999	2000
Alemania	2,26	2,29	2,31	2,44	2,48
Francia	2,30	2,22	2,17	2,19	2,15
Reino Unido	1,88	1,81	1,80	1,88	1,86
Japón	2,77	2,83	2,94	2,94	2,98
Italia	1,01	1,05	1,07	1,04	

Fuente: European Commission, 2003

Ahora bien, en el análisis del gasto en investigación y desarrollo es preciso mostrar cómo está compuesto este indicador por sector de financiamiento. El Gráfico 2 muestra la fuerte dependencia que se tiene de la inversión del gobierno por parte de los países de América Latina, con excepción de países como Bolivia (19% del total) e incluso Colombia, que solo financia el 13,2% de tal actividad. El siguiente sector de mayor peso es la empresa privada; el país en el que más se nota es Estados Unidos, en donde ella aporta un 68,2% del total de financiamiento, seguido por Colombia —46,9%—, Canadá —42%—, y Brasil —38,2%—. Cabe anotar en este punto que los países del Este asiático se caracterizaron por unos niveles elevados de financiamiento por parte de la empresa privada, gracias a una serie de incentivos creados por parte del Estado lo que les permitió, en parte, el éxito y el reconocimiento como “milagro asiático” (Cardoza, 1.997, 1999). En cuanto al apoyo de la educación superior, se ve más reflejado en países como Bolivia —48%— y Colombia —20,8%—. Finalmente, el financiamiento por parte de las organizaciones privadas sin fines de lucro y entidades extranjeras no alcanzó el 10% en cada caso, excepción hecha de Canadá, con una financiación a la investigación y el desarrollo de 15,5%.

Gráfico 2. *Países de América y España: gasto en investigación y desarrollo por sector de financiamiento. 2001**



* O último año disponible.

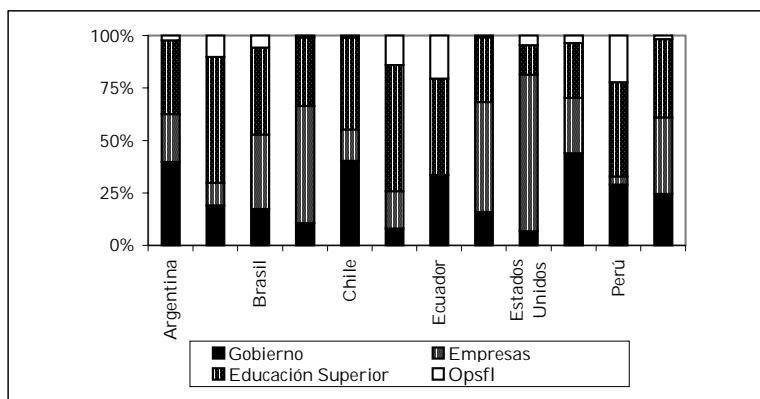
** Organizaciones privadas sin fines de lucro.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003.

Asimismo, no solo es importante considerar cuál es la fuente que financia la investigación y el desarrollo experimental sino, también, expresar qué sector ejecuta realmente los rubros, ya que ello muestra la capacidad con la que cuenta cada país para adaptarse a los procesos de transferencia científica y tecnológica. El Gráfico 3 muestra, en general, para los países considerados como el gobierno pierde el peso de la financiación y ello lo asume la empresa privada. Específicamente este comportamiento se destaca en países como Estados Unidos, Canadá, España y Brasil. Se observa, además, el peso que tienen las universidades, en el renglón de educación superior, para la ejecución del gasto en donde Colombia y Bolivia son los países que más se destacan, con niveles de 60% en ambos casos, seguidos por Perú —44,9%—, Chile —43,8%— y Brasil —43,6%—, mostrando la importancia de la producción científica y tecnológica que tienen las universidades en estos países.

Finalmente, cabe destacar en América Latina la participación por países en el total de la inversión en investigación y desarrollo. La tendencia general muestra

Gráfico 3. *Países de América y España: gasto en investigación y desarrollo por sector de ejecución. 2001**

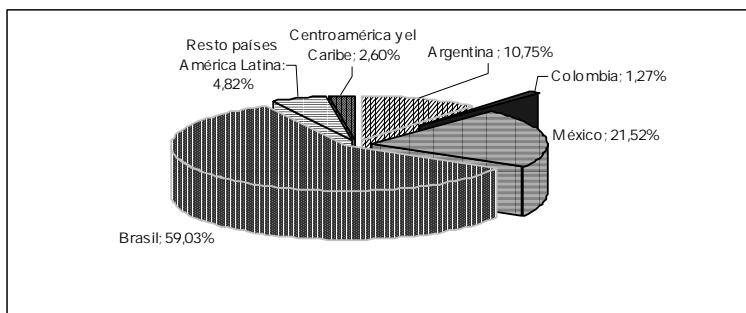


*O último año disponible.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003.

una disminución de dicha participación de todos los países excepto Brasil, el cual aumentó su participación de 52,01% en 2001 al 59,03% en 2002. También se destacan México y Argentina, con unas participaciones respectivas de 21,52% y 10,72% del total de América Latina. De este porcentaje total, Colombia solo participa con el 1,27%, posición similar a la de todos los países andinos y de Centroamérica y el Caribe (Gráfico 4).

Gráfico 4. *América Latina y el Caribe: gasto en investigación y desarrollo, 2002 (porcentajes del total)**



* O último año disponible.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

B. Indicadores de recurso humano

Sobre este tema, el primer indicador tomado es el número de investigadores por cada millón de habitantes en los países analizados (Tabla 3). La mayoría de datos solo están disponibles después de 1997. En la tabla podemos observar la evolución de este indicador en el periodo 1990-2001. El país con más investigadores por cada millón de habitantes es Estados Unidos, el cual tenía en 1999, 7.125. Colombia, si bien ha presentado una tendencia creciente durante la década, es el país que presenta el resultado más bajo en este indicador, pues en 2000 cuenta con solo 118 investigadores por cada millón de habitantes, incluso por debajo de países como Bolivia y Venezuela.

Tabla 3. *Países de América: investigadores por millón de habitantes, 1990-2001*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
													investigadores
													2001
Argentina									849	891	946	931	33.738
Bolivia								129	131	129	126	145	1.200
Chile	414	423	433	438	445	450	459	463	470	474	474	429	6.382
Colombia*							98	103	110	115	118	118	4.987
Cuba	539	573	571	549	501	466	468	465	496	489	480	489	5.496
Estados Unidos				7.277		6.883		6.998		7.125			
Venezuela									187	194	192		4.756

*Los datos para Colombia fueron tomados de Icfes, 2000.

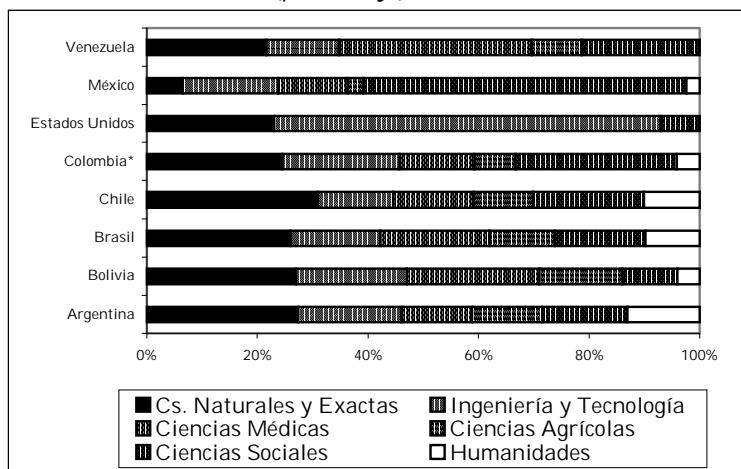
Nota: La definición de investigadores utilizada en el cuadro anterior no involucra a los becarios de investigación y desarrollo, ni al personal de apoyo y servicios en ciencia y tecnología.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003, y cálculos nuestros.

Otro indicador importante para analizar son los investigadores por disciplina científica, el cual revela hacia qué áreas específicas del conocimiento se están dirigiendo los esfuerzos realizados en la inversión en ciencia y tecnología. Según los resultados mostrados en el Gráfico 5, Colombia y México son los países que tienen mayor proporción de investigadores en el área de ciencias sociales, con 29% y 55,8%, respectivamente, seguidos por Venezuela con un 21%. Ahora bien, dentro de los países latinoamericanos, Colombia es de los que más baja proporción de investigadores tiene en ciencias agrícolas, con 7,43%, lo que es preocupante en un país considerado agrícola por naturaleza, mientras que la mayoría de países tienen en esta área entre el 12% y el 28% de sus investigadores.

Si analizamos las ingenierías, tecnologías y ciencias exactas, que son las áreas de conocimiento que jalonaron, según la evidencia empírica, el progreso tecnológico (Nelson y Pack, 1998), vemos que Estados Unidos tenía en 2000 un 70% de sus

Gráfico 5. *Países de América: investigadores por disciplina científica (porcentaje), 2000*



*Los datos para Colombia fueron tomados de Icfes, 2000.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003.

científicos investigando en ellas y el resto se dividen entre humanidades, ciencias agrícolas y ciencias médicas. En Colombia, el porcentaje de investigadores en ingeniería y tecnología y ciencias naturales se mantiene en la media de los demás países (20% y 24%), mientras que Chile es país que más tiene en ciencias exactas y naturales (31%).

El siguiente indicador que analizamos es el número de graduados universitarios por millón de habitantes. En la Tabla 4 podemos observar que en Colombia esta relación ha aumentado, pasando de 1.435 graduados en 1990 a 1.842 en 2000, con lo que alcanza a superar a países como Brasil, Bolivia, Cuba, Chile, México y Perú, mientras es superado por Canadá. Tomando los mismos graduados, pero ahora en las diferentes áreas de conocimiento para 1998 (Tabla 5) Colombia y Brasil son los países que más proporción de graduados presentan en el área de ciencias sociales, con 59,44% y 59,34%, respectivamente; sin embargo, los otros países no están lejos de ese nivel y se encuentran entre 40% y 56%. En el área de ciencias exactas y naturales, Colombia y México son los países que menor proporción de graduados presentan, con tasas de 2,14% y 1,49%, respectivamente; no obstante, son estos mismos países los que mayor proporción presentan en el área de ingeniería y tecnología, con 24,12 % y 27,5%, respectivamente.

Tabla 4. *Países de América: graduados universitarios por millón de habitantes, 1990-2001*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total graduados 2000
Bolivia	416	396	437	482	527	443	550	612	654	667	850	6.967
Brasil	1.598	1.614	1.576	1.592	1.595	1.629	1.643	1.708	1.845			
Canadá	3.963	4.096	4.255	4.293	4.359	4.338	4.314	4.195	4.128			
Chile	947	953	924	896	990	1.062	1.106	1.149	1.221	1.617	23.765	
Colombia*	1.435	1.671	1.523	1.597	1.984	1.813	1.912	2.078	2.040	1.955	1.842	77.938
Cuba	3.284	3.646	3.449	3.169	2.820	2.882	2.500	2.115	1.720	1.494	1.470	16.496
México	1.458	1.670	1.741	1.619	1.630	1.909	2.073	1.957	1.933	2.155	209.795	
Perú	461	422	506	550	569	868	758	791	747	720	783	38.453
América Latina y el Caribe	1.306	1.373	1.359	1.348	1.376	1.446	1.474	1.493	1.521	1.486	1.695	856.595

*Los datos para Colombia fueron tomados de Icfes, 2000.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003, y cálculos nuestros.

Tabla 5. *Países de América: titulados de grado por área de conocimiento, 1998*

	Bolivia	Brasil	Canadá	Chile	Colombia*	Cuba	México	Perú	América Latina y el Caribe
Ciencias naturales y exactas	212	26.220	7.239	953	1.782	1.022	2.738	708	40.245
Porcentaje total graduados	4,05	8,78	5,80	5,27	2,14	5,33	1,49	3,82	5,39
Ingeniería y tecnología	731	18.036	9.255	4.795	20.089	2.671	50.795	3.250	120.646
Porcentaje total graduados	13,98	6,04	7,41	26,50	24,12	13,94	27,57	17,53	16,14
Ciencias Médicas	1.328	41.891	8.620	1.890	8.036	6.020	17.262	3.762	98.183
Porcentaje total graduados	25,40	14,04	6,90	10,45	9,65	31,41	9,37	20,29	13,14
Ciencias Agrícolas	443	6.355	10.079	1.904	1.657	1.097	4.917	565	22.005
Porcentaje total graduados	8,47	2,13	8,07	10,52	1,99	5,72	2,67	3,05	2,94
Ciencias Sociales	2.107	177.106	67.134	7.100	49.513	8.354	103.095	10.001	418.952
Porcentaje total graduados	40,29	59,34	53,77	39,24	59,44	43,59	55,95	53,95	56,06
Humanidades	408	28.865	22.534	1.450	2.221		5.451	251	47.255
Porcentaje total graduados	7,80	9,67	18,05	8,01	2,67		2,96	1,35	6,32
Total	5229	298.473	124.861	18.092	83.298	19.164	184.258	18.537	747.286

*Los datos para Colombia fueron tomados de Icfes, 2000.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003, y cálculos nuestros.

En cuanto a las maestrías (Tabla 6), los países que menos titulados tienen por cada millón de habitantes son, en su orden: Perú (12), Bolivia (13), Chile (59) y Colombia (65), superados por países como Brasil (104), México (199). En el caso de las áreas de conocimiento (Tabla 7), en Colombia se da el mismo fenómeno que en

Tabla 6. *Países de América: títulos de maestrías por millón de habitantes, 1990-2000*

País	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total títulos 2000
Bolivia							15	13	12	11	13	109
Brasil	39	46	49	50	49	58	65	74	70	91	104	17.289
Canadá	637	643	635	725	733	728	727	711	728			
Chile	19	17	16	18	23	25	34	35	53	55	59	867
Colombia*	23	32	31	40	43	40	46	63	49	50	65	2.733
México	61	66	67	71	80	110	121	155	167		199	19.373
Perú	2	2	5	4	4	5	6	8	11	12		
América Latina y el Caribe	12	36	38	40	42	50	56	67	68	74	89	45.063

*Los datos para Colombia fueron tomados de Icfes, 2000.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003. Cálculos nuestros.

Tabla 7. *Países de América: titulados de maestrías por área de conocimiento, 2000*

	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia*	Estados Unidos	México	América Latina y el Caribe
Ciencias naturales y exactas	14	3.289	101	146	60.885	658	4.593
Porcentaje total títulos maestría	4,19	19,02	11,65	10,33	39,20	3,40	10,19
Ingeniería y tecnología	10	2.666	105	275	31.573	2.914	6.390
Porcentaje total títulos maestría	2,99	15,42	12,11	19,45	20,33	15,04	14,18
Ciencias Médicas	20	2.933	58	76	10.645	721	4.397
Porcentaje total títulos maestría	5,99	16,96	6,69	5,37	6,85	3,72	9,76
Ciencias Agrícolas	20	1.979	35	14	3.858	582	2.802
Porcentaje total títulos maestría	5,99	11,45	4,04	0,99	2,48	3,00	6,22
Ciencias Sociales	250	2.791	509	807	37.083	9.669	17.850
Porcentaje total títulos maestría	74,85	16,14	58,71	57,07	23,88	49,91	39,61
Humanidades	20	3.631	59	96	11.266	4.829	9.031
Porcentaje total títulos maestría	5,99	21,00	6,81	6,79	7,25	24,93	20,04
Total	334	17.289	867	1.414	15.5310	19.373	45.063

*Los datos para Colombia fueron tomados de Icfes, 2000.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003. Cálculos nuestros.

el caso de los graduados, es decir, se están formando en el área de ciencias sociales, con un 58% de los graduados en maestría, mientras que el promedio para América Latina en esta área es de 39%; asimismo, Colombia presenta la más baja proporción de titulados de maestría en el área de ciencias agrícolas, 1% aproximadamente, mientras que para el resto de países esta tasa está entre 3% y 12%. Lo rescatable en este punto de maestrías es que Colombia, junto a Estados Unidos, se encuentra dentro de los países que más alto porcentaje presenta en el área de ingeniería y tecnología, oscilando entre el 19% y el 22%; en cambio, los demás países se encuentran entre el 2% y el 15%.

Para los doctorados, no fue posible clasificar la información por áreas de conocimiento ya que para Colombia no está disponible, dificultando la comparación con los demás países; sin embargo, se consideraron los doctores por cada millón de habitantes. Según la Tabla 8, Colombia y Perú son los países que más bajo han tenido este indicador en la década, con un promedio de 0,5 doctores por millón de habitantes. Para el resto de países este número es notoriamente mayor, como en el caso de Canadá, Cuba, Chile y México.

Tabla 8. *Países de América: titulados de doctor por millón de habitantes, 1990-2000*

País	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total doctorados 2000
Brasil	10	12	12	12	13	16	19	23	24	29	30,6	5.078
Canadá	96	105	111	117	122	127	132	132	131			
Chile	2	3	4	3	3	4	4	4	6	5	5,6	83
Cuba	22	16	11	11	12	12	19	15	20	26	25,9	291
Colombia*	0,0	0,0	0,0	1,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,6	27
México	2	3	3	3	4	4	6	7	9	9	11,0	1.069
Perú	0,4	0,2	0,1	0,4	0,9	0,3	1,2	0,6	0,4	0,1		
América Latina y el Caribe	6	6	6	6	7	8	9	10	11	13	14,0	7.091

*Los datos para Colombia fueron tomados de Icfes, 2000.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003, y cálculos propios.

C. Indicadores de producto o resultado

1. Patentes

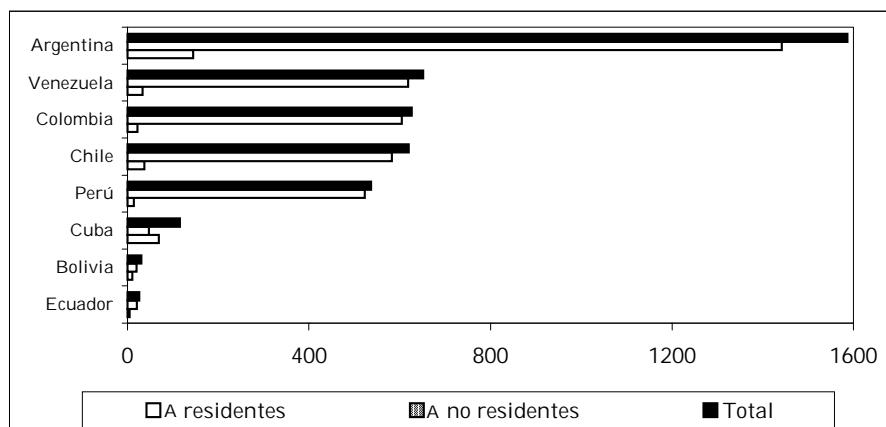
Otro punto de interés es el tema de las patentes, debido a su fuerte relación con la investigación científica; así, una de las principales formas de manifestación de la utilización de los resultados de la investigación, previa protección de los mismos, está expresada en términos de las patentes. La patente es un derecho de propiedad

intelectual que protege una "actividad inventiva" concreta, es decir, la invención no puede ser confeccionada, utilizada, distribuida o vendida comercialmente sin el consentimiento del titular de la patente (Nogués, 1990). El cumplimiento de los derechos de patente normalmente se hace respetar en los tribunales que, en la mayoría de los sistemas, tienen la potestad de sancionar las infracciones a la patente; su función es crear incentivos para realizar gastos en investigación y desarrollo, es decir, es un monopolio que promueve la invención.

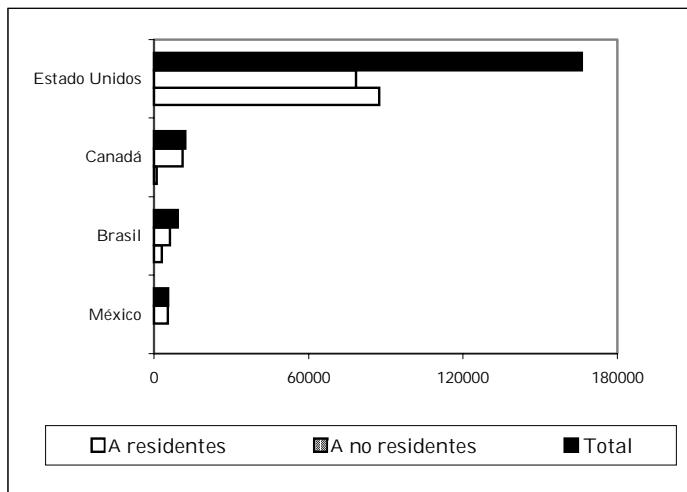
Existen varios "grados" de protección: en su forma *fuerte*, la patente protege a su poseedor de todos los diferentes métodos de producción del producto protegido e incluso de los diferentes usos a que se le pudiera someter. El poseedor de la patente puede hacer valer su derecho contra el uso no autorizado del producto protegido por vías legales. En su forma *débil*, existen diferentes formas de patentes, entre ellas el "modelo de utilidad" (*petty patent*), el cual permite la protección de invenciones adaptadas. Normalmente, la duración de este tipo de patentes es menor y los requisitos son más laxos. Con este sistema se trata de proteger las invenciones en países con poca investigación y desarrollo, pero con altos esfuerzos en adaptaciones de tecnología ya existente a las condiciones locales.

Los gráficos 6 y 7 muestran el número de patentes otorgadas durante 2001 en los países de estudio. Se evaluaron de manera separada entre países de América Latina y América del Norte, debido a la enorme diferencia que hay entre unos y otros, incluyendo en el segundo grupo a Brasil y México, puesto que se acerca ellos.

Gráfico 6. *Países de América Latina: patentes otorgadas, 2001**



Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

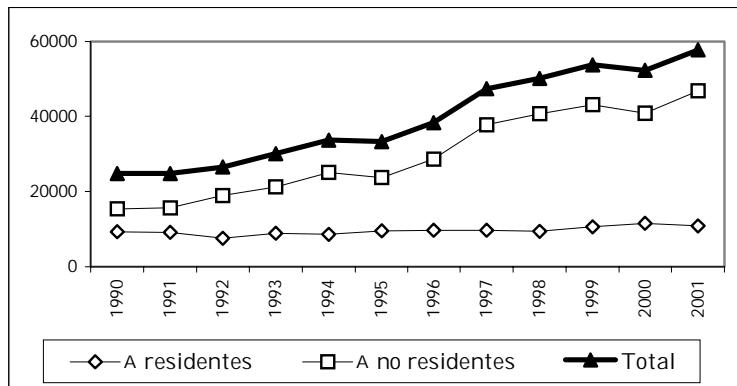
Gráfico 7. *Países América del Norte y Brasil: patentes otorgadas, 2001**

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

Por ejemplo, el país del Norte al que menos patentes le fueron otorgadas fue México, con un total de 5.478, entre residentes (118) y no residentes (5.360); esta cifra se aleja de la del país latinoamericano que más patentes otorgadas tuvo, Argentina, con un total de 1.587 (145 a residentes y 1.442 a no residentes). Es de resaltar que, en términos relativos, Colombia se encuentra bien posicionada, ubicada en el tercer lugar después de Argentina y Venezuela, con un total de 626, de las cuales solo 22 son otorgadas a los residentes. Como es de esperar, Estados Unidos otorga más patentes a los residentes (87.607 del total) que a los no residentes (78.432).

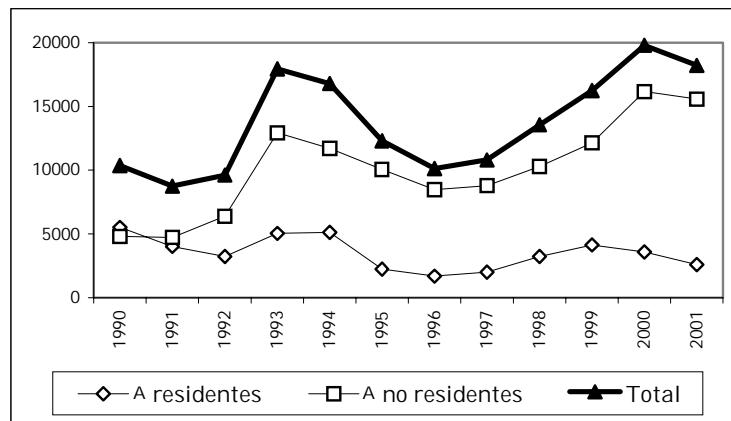
La característica común en todos los países analizados, con excepción de Estados Unidos, es que este indicador está fuertemente influenciado por las patentes que son otorgadas a los no residentes. Por otra parte, pese a los niveles tan bajos en los países latinoamericanos en el tema de patentes, se destaca durante la última década del siglo pasado el importante crecimiento tanto de patentes solicitadas como de otorgadas. Como se observa en el Gráfico 8, existe una tendencia creciente en la solicitud de patentes durante ese período. Mientras que el comportamiento de las patentes otorgadas (Gráfico 9) fue muy creciente hasta 1993, a partir de allí cae, pero recupera la senda de crecimiento después de 1997, incluso se estima que hoy día se conserva esa tendencia (Albornoz, 2002). Finalmen-

Gráfico 8. *Países de América Latina: evolución de las patentes solicitadas, 1990-2001*



Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

Gráfico 9. *Países de América Latina: evolución de las patentes otorgadas, 1990-2001*



Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

te, se presenta una característica particular tanto en las series de patentes solicitadas como en las otorgadas a los no residentes, con respecto al total: ellas muestran un comportamiento de cointegración típico, por lo que el comportamiento del total está explicado por el movimiento de los no residentes.

Esta tendencia en los países de América Latina y el Caribe se debe, principalmente, a la utilización de las patentes por parte de las empresas extranjeras para

comercializar e importar sus productos, lo que en muchos casos va en detrimento del desarrollo de la producción y las capacidades tecnológicas locales. Además, se observa diferentes estructuras en las solicitudes de patentes: mientras que las de América Latina se concentran en la mecánica y química, en las economías industrializadas y de reciente industrialización la mayoría de las solicitudes están asociadas a las telecomunicaciones, la electrónica y la biotecnología.⁵

2. Sistema de patentes en Colombia

Las políticas de mayor adaptabilidad en un país dependen de la independencia e interacción con las de los demás países; particularmente, en el caso de las patentes esta afirmación es muy relevante. Ello es mucho más cierto cuando se observa que los países industrializados recurren a ciertas represalias hacia aquellas naciones que no cumple con niveles mínimos de protección de patentes. Por ejemplo, en nuestro país hace algunos años se excluía del sistema de patentes a los procesos y productos farmacéuticos, los cuales tuvieron que ser protegidos por acuerdos con los países desarrollados, específicamente con Estados Unidos.

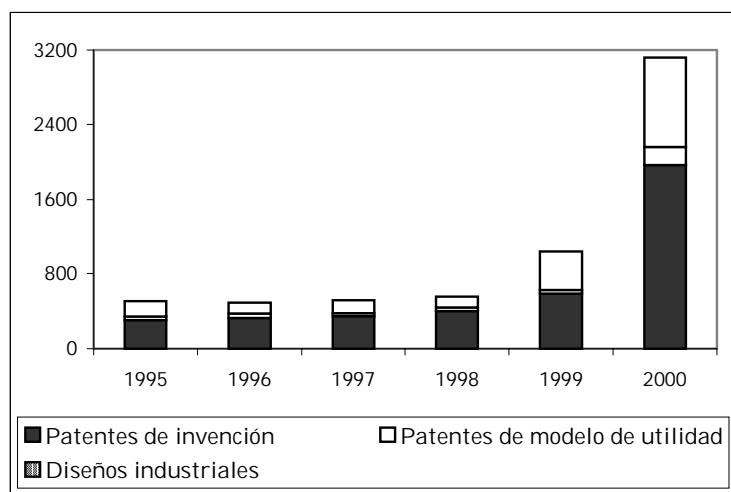
Cabe resaltar que el tema puede ser complejo en tanto aborda otros campos, como el tecnológico, sociológico y legal. Es claro que para el alcance de este artículo nuestra pretensión es abordarlo económicamente. El análisis económico del sistema de patentes en Colombia se ha mostrado distante, pese a la importancia que juega como herramienta de política económica, por su impacto en los niveles de invención en un país como el nuestro (en vía de desarrollo). Además, se presentan ciertas dificultades para acceder a tal información.

Al evaluar el comportamiento global de las patentes se observa un importante incremento en los últimos años, al pasar de 509 otorgadas en 1995 a 3.118 en 2000, como se muestra en el Gráfico 10. La explosión que se observa en el total de patentes, en 2000, puede ser explicada por la adhesión de Colombia al Tratado de Cooperación en Materia de Patentes —PCT—, lo que le permitió ser el centésimo noveno Estado contratante en el Tratado. Así, los solicitantes pueden designar a Colombia en toda solicitud internacional y también podrá ser elegido, para los efectos del examen preliminar internacional. Lo más importante es que el solicitante puede obtener protección por patente para su invención en un gran número de países simultáneamente. Además, el sistema facilita y agiliza el acceso a información tecnológica actualizada relativa a las invenciones.

De manera particular, el mayor aumento lo ha mostrado las patentes de invención, con un promedio anual de 19,3% en los años 1995-1999; incluso para 2000

5 Para ampliar este tema se puede ver Cepal (2002), parte II, capítulo 7.

Gráfico 10. *Colombia: evolución de las patentes, 1995-2000*



Fuente. Departamento Nacional de Planeación, 2003

el aumento fue muy significativo, alcanzando un 233%. Asimismo, los diseños industriales, que representaban una parte pequeña en el total de patentes en 1995, aumentaron su participación para 2000, con un 30,8% del total de patentes otorgadas. En torno a los modelos de utilidad para Colombia existe un debate; para algunos autores, el peso relativo de ellos en el total de patentes otorgadas es muy alto, por lo cual se considera que Colombia es un país "mejorador más que innovador" (Prieto, 2000, p. 20). Sin embargo, a juzgar por las cifras, el renglón que ocupa los modelos de utilidad ha sido el más bajo con relación a los diseños industriales y las patentes de invención; inclusive, en algunos años presentó tasas de crecimiento negativas. No obstante, su incremento fue notorio en 2000, al pasar de 36 en 1999 a 190 patentes otorgadas, lo cual refleja un incremento de más de 400%.

A manera de información, la Superintendencia de Industria y Comercio⁶ posee el Banco de Patentes, el cual le permite a la industria y al comercio alcanzar un alto nivel de competitividad nacional e internacional, dado que mediante él se accede a la información necesaria para extender las posibilidades no solo de innovación, sino, también, de generación de conocimiento. Los beneficios están dirigidos a todo el

6 Disponible en red: <http://www.sic.gov.co/>

país, específicamente al gobierno, la industria y los centros de investigación, las instituciones y organismos científicos y tecnológicos privados y estatales, las universidades, los científicos individuales, los inventores y los creadores de la nueva técnica.

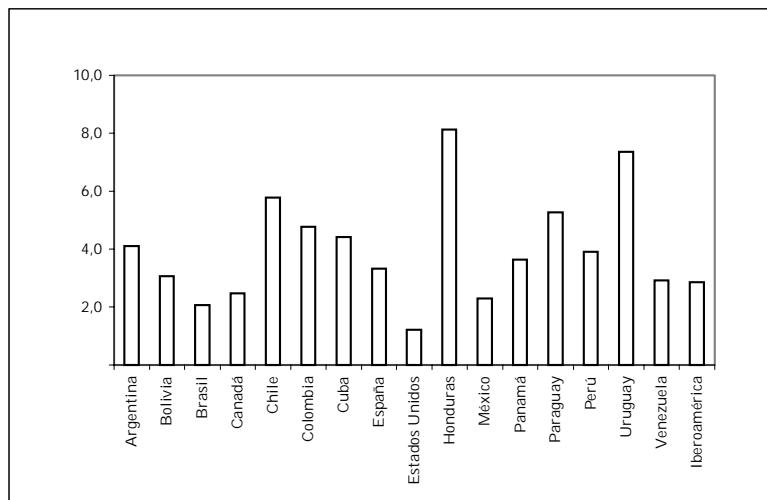
3. Indicadores bibliométricos

El conocimiento científico y técnico se almacena y distribuye tradicionalmente por medio de publicaciones. Mediante la observación y tratamiento matemático y estadístico de los datos bibliográficos, incluidos en dichas publicaciones, se llega a comprender el estado de la ciencia y la tecnología. La bibliometría es la disciplina científica que estudia las características y comportamiento de la ciencia y la tecnología a través de las publicaciones científicas. Por tanto, los indicadores bibliométricos recuentan y analizan varios aspectos relativos a las publicaciones en revistas, como pueden ser el número de publicaciones, citaciones, cocitaciones y connotaciones. Permiten conocer, profundamente, el sistema científico y las relaciones entre sus componentes, de forma que hacen posible una evaluación de la actividad científica; son el resultado de la ciencia reflejado por completo en los instrumentos de comunicación formal escrita que hacen posible la transferencia del conocimiento.

Para la obtención de estos indicadores no existen guías metodológicas normalizadas y los datos proceden de fuentes externas a cada país, contrario a lo que sucede con los indicadores de gasto. Estas fuentes externas son, principalmente, bases de datos bibliográficas, especialmente el Science Citation Index —SCI-Search—, que incluye también índice de citas y factor de impacto —FI— de las revistas, y Pascal, Inspec, Compendex, CA, Biosis, Medlin, CAB, Icyt, IME, Periodica, Clase, entre otras.

Los indicadores bibliométricos más importantes que se pueden obtener se refieren a publicaciones con relación al PIB, al gasto en investigación y desarrollo, y por cada 100 habitantes. En este artículo, mostraremos algunos de estos indicadores relacionados con las publicaciones en la SCI-Search. En el Gráfico 11 se observan las publicaciones con relación al gasto en investigación y desarrollo en algunos países de América Latina, incluido Colombia. Es importante destacar que Colombia presenta un número significativo de publicaciones con relación al gasto en investigación y desarrollo, incluso por encima del promedio de la región y de países como Argentina, Brasil, España y México, que presentan históricamente mejores comportamientos en los indicadores de ciencia y tecnología que Colombia y que han tenido un apoyo más grande por parte de sus gobiernos y un desarrollo

Gráfico 11. *Países de América y España: publicaciones en la SCI-Search con relación al gasto en investigación y desarrollo, 2000*



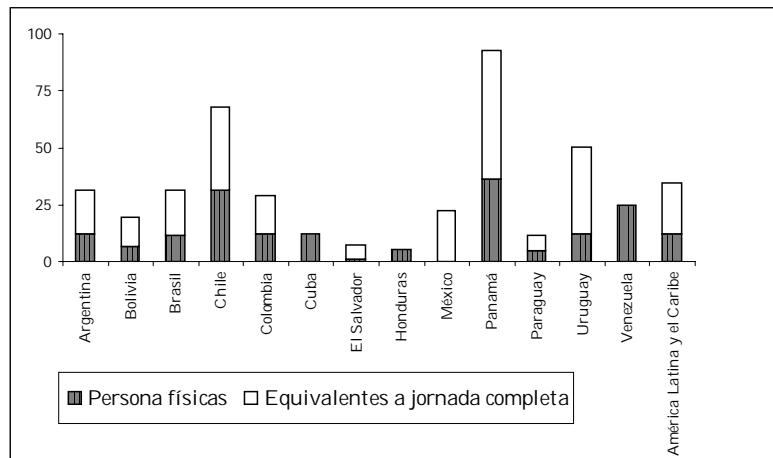
Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

más incipiente de esta actividad. Aunque cabe destacar la importante evolución que el país presenta en estos indicadores, como resultado del aumento de la productividad de los investigadores (Gráfico 12), que si bien aún no alcanza niveles óptimos comparados con los países desarrollados,⁷ si presenta un avance importante de 1996 al 2000, representado en un aumento del 21% de las publicaciones por cada 100 investigadores, lo cual la ubica en el promedio de este indicador para América Latina. Finalmente, un indicador de la producción bibliométrica que no presenta un buen resultado es el número de publicaciones per cápita (Gráfico 13), el cual se encuentra para Colombia alrededor de 1,7 publicaciones. En este indicador se destacan principalmente Chile —15,5—, Argentina —14,3— y Uruguay —10,6— como los países con mayor producción bibliográfica por habitante.

Finalmente, es importante señalar que con relación a la producción bibliométrica, Colombia ha mostrado una dinámica importante en este indicador, el cual se refleja en un crecimiento del 14% de las publicaciones científicas registradas en la SCI-Search durante el periodo 1990-2000, por encima de países como Argentina (8,38%),

7 Estados Unidos y Canadá presentaron 16,3 y 42,2 publicaciones por cada 100 habitantes para 2000

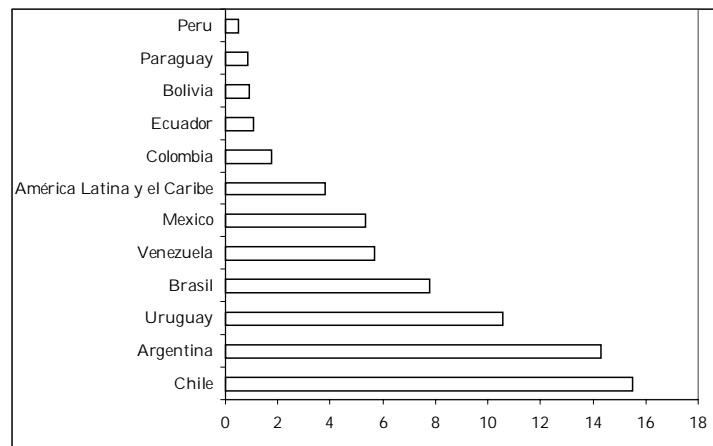
Gráfico 12. *Países de América Latina: publicaciones en la SCI-Search por cada 100 investigadores, 2000*



Nota: El número de personal de ciencia y tecnología se presenta de dos distintas maneras: personas físicas, y equivalentes a jornada completa (EJC). La medición de las "personas físicas" incluye a todo el personal, independientemente de su dedicación a la investigación, con valor igual a "1". La "equivalencia a jornada completa" se calcula considerando para cada persona únicamente la proporción de su tiempo (o su jornada) que dedica a investigación y desarrollo por año.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

Grafico 13. *Países de América Latina: publicaciones en SCI-Search per cápita, 2000*



Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003

Chile (6,58%), Brasil (12,87%), México (11,97%), Estados Unidos (2,63%), lo cual implica que si bien Colombia aún no alcanza el número de publicaciones de estos países, si ha tenido una recuperación importante y un crecimiento significativo en la producción científica, que es muestra de los esfuerzos que se vienen haciendo en el país, especialmente en las universidades, con el fin de promover el crecimiento y desarrollo de la actividad científica y tecnológica.

Conclusiones

Hoy día el mundo entero se encuentra inmerso en un creciente proceso económico, social y cultural, cuyas dimensiones prevalecen sobre las fronteras nacionales y regionales, conocido bajo el nombre de globalización, el cual ha motivado cambios en la información y las comunicaciones. En medio de estas transformaciones, el campo de la ciencia y la tecnología comienza a tener importancia mundial desde principios de la década de 1960, aunque en América Latina dicho fenómeno se nota, fundamentalmente, a partir de la década de 1990, en el momento en que la sociedad comienza a reconocer y valorar la necesidad de invertir en ciencia y tecnología.

A pesar de ello, el gasto en ciencia y tecnología en la región aún es bajo: oscila en torno a medio punto del PIB, con excepciones notorias como Brasil y Cuba; además, se caracteriza por una muy baja participación del sector privado y por un divorcio entre la investigación académica y la actividad productiva. Mientras que los países de mayor desarrollo dedican alrededor del 3% de su Producto Interno Bruto al desarrollo actividades científicas y tecnológicas y de investigación y desarrollo experimental, en nuestra región los que más dedican a esta actividad rondan el 1%. En todos los indicadores analizados, Colombia muestra debilidades y fortalezas en materia de ciencia y tecnología, al compararlo con los países de análisis. Debilidades: el gasto en ciencia y tecnología es muy bajo (0,45% del PIB en 2001), nuestro número de investigadores también lo es, al igual que los titulados de maestrías y doctorados por millón de habitantes. Fortalezas: el financiamiento en investigación y desarrollo lo asume la empresa, pese a no ejecutarlo; los investigadores, estudiantes universitarios y de maestría se especializan en ingeniería y tecnología, lo que permite prever una mejor dinámica en ciencia y tecnología en el mediano plazo; buen número de graduados universitarios; se nota un repunte en la patentes en el año 2001; y un aumento significativo de las publicaciones indexadas.

Pese a que los indicadores sobre ciencia y tecnología para América Latina muestran logros modestos en comparación con los países industrializados, se nota

un creciente interés por las mismas en comparación con el pasado. Hoy, políticos y científicos están interesados en la relación de la ciencia y tecnología con el empleo, el medio ambiente, el crecimiento económico y el bienestar de las sociedades. Se hace necesario, entonces, acrecentar la implementación de indicadores que evalúen dichas relaciones. Aquí cabe resaltar la gran labor ejercida por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología —Ricyt—, organismo creado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo —Cyted—, con una finalidad clara de promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, que sirva como instrumento para la toma de decisiones. Esta red está asociada con otros organismos como: la Ocde, la Organización de Estados Iberoamericanos —OEI—, la Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello—Secab—, el Caribbean Council for Science and Technology —Ccst—, la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centro América y Panamá —Ctcap— y el Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia —Ocyt—.

Por último, nos unimos al llamado hecho en el "Manifiesto de Medellín" (2003), en el marco del Simposio Internacional: Hacia un Nuevo Contrato Social en Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Equitativo, en donde se expresa la necesidad, para Colombia, de una mayor participación en ciencia y tecnología por parte del Estado, los científicos y el sector productivo, trabajando responsablemente con el entorno, en pos de las generaciones presentes y futuras. El Manifiesto invita al gobierno a declarar el período 2003-2013 como la "Década de la ciencia". Algunos de los compromisos más relevantes son: alcanzar en esos diez años una inversión en ciencia y tecnología equivalente a 1,5% de PIB, para lo cual es necesario un incremento anual de 0,1% del PIB, incrementar los estímulos tributarios al sector productivo para proyectos de investigación y desarrollo encaminados a mejorar o crear empresas de base tecnológica, alcanzar al final de la década un total de 600 investigadores por cada millón de habitantes y fortalecer los doctorados financiando por programas de investigación a largo plazo.

Anexo. Países de América y España: Gasto en ciencia y tecnología en relación al PIB, 1990-2001

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Argentina	ACT	0,33	0,34	0,36	0,43	0,44	0,49	0,50	0,50	0,50	0,52	0,50	0,48
	I+D							0,42	0,42	0,41	0,45	0,44	0,42
Bolivia	ACT								0,58	0,54	0,55	0,54	0,54
	I+D								0,32	0,29	0,29	0,28	0,28
Brasil	ACT	1,59	1,81	1,64	1,79	1,68	1,26	1,21			1,35		
	I+D	0,76	0,89	0,76	0,91	0,92	0,87	0,85			0,87	1,05	
Canadá	I+D	1,51	1,57	1,62	1,67	1,73	1,70	1,66	1,67	1,76	1,77	1,81	1,93
Chile	I+D	0,51	0,53	0,58	0,63	0,62	0,62	0,58	0,54	0,54	0,55	0,56	0,57
Colombia	ACT							0,55	0,63	0,58	0,37	0,43	0,36
	I+D							0,29	0,34	0,30	0,21	0,22	0,18
Cuba	ACT	1,09	1,16	1,66	1,32	0,98	0,87	0,79	0,84	0,92	1,04	1,05	1,17
	I+D	0,70	0,68	1,13	0,78	0,55	0,47	0,38	0,44	0,54	0,51	0,53	0,62
Ecuador	ACT							0,18	0,23	0,22	0,19	0,19	
	I+D							0,08	0,09	0,08	0,08		
España	I+D	0,82	0,84	0,88	0,88	0,81	0,81	0,83	0,82	0,89	0,88	0,94	0,97
Estados Unidos	I+D	2,62	2,69	2,61	2,49	2,40	2,48	2,53	2,55	2,58	2,63	2,68	2,76
México	I+D						0,22	0,29	0,31	0,31	0,34	0,47	0,43
Perú	ACT						0,23	0,48	0,74	0,79	0,99	1,11	1,25
	I+D									0,08	0,10	0,10	0,11
Venezuela	ACT	0,37	0,39	0,49	0,47	0,39	0,48	0,29	0,33	0,36	0,33	0,33	0,44
América Latina y el Caribe	ACT	0,92	0,92	0,83	0,89	0,89	0,82	0,80	0,74	0,70	0,76	0,79	0,83
Total	I+D	2,12	2,18	2,12	2,04	1,96	2,02	2,04	2,04	2,09	2,17	2,21	2,14

Nota: la RICYT considera el gasto en ciencia y tecnología como la suma agregada del gasto en investigación y desarrollo —I&D— más actividades científicas y tecnológicas —ACT—

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2003.

Bibliografía

- ALBORNOZ, Mario; FERNÁNDEZ, Ernesto, 1997, "Indicadores en ciencia y tecnología: reencuentro de la política con la gestión", Documento de Trabajo: No. 1, Grupo Redes, Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes.
- _____, Mario, 2002, "El estado de la ciencia", Buenos Aires, Argentina, en: <http://www.ricyt.edu.ar/Actividades/Estado/index.htm>, (acceso: junio de 2003).
- CARDOZA, Guillermo, 1997, "Learning, Innovation and Growth: A Comparative Policy Approach to East Asia and Latin America", *Science and Public Policy*, Vol. 24. No. 6, Agosto.
- _____, 1999, "Learning and Innovation (L&I) Paths in East Asia", *Science and Public Policy*, Vol. 26. No. 4, Agosto.
- CEPAL, 2002, *Globalización y desarrollo*, División de Desarrollo Social, Vigésimo Noveno Período de Sesiones, capítulo 7: "fortalecimiento de los sistemas de innovación y desarrollo".

- CLARK A., Ismael, 1994, "Ciencia, tecnología y desarrollo: interrogantes y alternativas para América Latina y el Caribe", *Espacios Digital*, Buenos Aires, Vol. 15, No. 2, en: <http://www.revistaespacios.com/a94v15n02/20941502.html>, (acceso: junio de 2003).
- CORREA, Carlos M., 1993, "La ciencia y la tecnología en América Latina: Progreso desigual y oportunidades de cooperación", *Espacios Digital*, Vol. 14, No. 2, Buenos Aires, en: <http://www.revistaespacios.com/a93v14n02/30931402.html>, (acceso: junio de 2003).
- DEPARTAMENTO Nacional de Planeación, 2003, "Compendio de indicadores de ciencia y tecnología", [base de datos en internet], indicadores, Febrero de 2001, en: http://www.dnp.gov.co/01_CONT/INDICADO/Cie_tecn.htm#1, (acceso: octubre 2003).
- DRORI, Gili, 1993, "The Relationship Between Science, Technology and the Economy in Lesser Developed Countries", *Social Studies of Science*, 23, pp. 313-330.
- EUROPEAN Commission, 2003, "Third European Report on Science & Technology Indicators 2003: Towards a Knowledge-based Economy", [base de datos en internet], Full electronic version, marzo 2003, Science and Technology Indicators for the European Research Area, disponible en red: http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm, (acceso: octubre 2003).
- GROSSMAN Gene; HELPMAN, Elhanan, 1994, "Endogenous Innovation in the Theory of Growth", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1, pp. 22-44.
- INSTITUTO Colombiano para el Fomento de la Educación Superior —Icfes—, 2000, "Estadísticas de la educación superior 2000: resumen anual", [base de datos en internet], *Estadísticas 2000*, Santafé de Bogotá, Subdirección de Monitoreo y Vigilancia, Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia, en: <http://www.icfes.gov.co/espanol/estadis/>, (acceso: octubre 2003).
- JARAMILLO, Hernán, 2002, "Hacia la construcción de una metodología para la determinación del gasto en C&T", Santafé de BogotáDepartamento Nacional de Planeación y Colciencias.
- JARAMILLO, Hernán; LUGONES, Gustavo; SALAZAR, Mónica, 2001, *Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*, Santafé de Bogotá, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Organización de Estados Americanos —OEA—, Programa Cyted, Colciencias/Ocyt.
- MANIFIESTO de Medellín, "Simposio Internacional: Hacia un Nuevo Contrato Social en Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Equitativo", Medellín, mayo 18 al 21 de 2003, en: <http://www.udea.edu.co>, (acceso: octubre de 2003).
- NELSON, Richard; PACK, Howard, 1998, "The Asian Miracle and the Modern Growth Theory", *Policy Research Working Paper*, 1881, Febrero, The World Bank.
- NOGUES, Julio, 1990, "Notes on Patents, Distortions, and Development: Policy, Planning and Research International Trade", *Working Papers WPS 315*(January, 1996), International Economics Department, The World Bank.
- ORGANIZACIÓN de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura —OEI— 2003, *Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, octubre de 1997, en: www.oecd.org/dataoecd/35/61/2367580.pdf, (acceso: octubre de 2003).
- ORGANIZACIÓN para la Cooperación Económica y el Desarrollo —Ocde— 2002, *Frascati Manual 2002: The Measurement of Scientific and Technological Activities*, diciembre de 2002,

Lopera et al: Indicadores: ciencia y tecnología en países de América Latina, 1990-2001

- en: <http://oecdpublications.gfi-nb.com/cgi-bin/OECDBookShop.storefront/EN/product/922002081E1>, (acceso: octubre 2003).
- PRIETO C., César Augusto, 2000, *Impacto del sistema de patentes, Colombia 1994-1998*, Santa Fe de Bogotá, Departamento Nacional de Planeación.
- RED Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología —Ricyt—, 2003, [base de datos en internet], *indicadores*, Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior, Buenos Aires, Argentina, en: <http://www.ricyt.org>, (acceso: octubre 2003).
- SABATO, Jorge; Botana, NATALIO, 1968, "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", *Revista de la Integración*, Vol. 1, No. 3, pp. 15-36, Buenos Aires.
- SALA-I-MARTIN, Xavier, 1994, *Apuntes de crecimiento económico*, Antoni Bosh Editor, Barcelona, 2^a edición.