

EL COMPORTAMIENTO INNOVADOR EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: UNA EXPLORACIÓN DE SUS RECIENTES CAMBIOS^{*}

*Florentino Malaver Rodríguez^{**}*

*Marisela Vargas Pérez^{***}*

^{*} El presente artículo es producto del proyecto *Segunda Encuesta de Desarrollo Tecnológico* (EDT2), realizado por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), con financiación de Colciencias. Fue ejecutado en el marco del Convenio de Cooperación celebrado entre la Corporación Centro Nacional de Productividad (CNP) y el OCyT. Se inscribe en la línea de investigación *Competitividad e Innovación* del Grupo de Investigación Comcyt, adscrito a la Pontificia Universidad Javeriana y reconocido por Colciencias. El artículo se recibió el 12-02-2004 y se aprobó 25-06-2004.

^{**} Magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 1992; economista de la UPTC, Tunja, Colombia, 1982. Profesor asociado del Departamento de Administración de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, y director del Grupo de Investigación Comcyt. Correo electrónico: fmalaver@javeriana.edu.co.

^{***} Economista de la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, 1999; ingeniera industrial de la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, 1997. Investigadora del OCyT, Bogotá, Colombia, y miembro del Grupo de Investigación Comcyt. Correo electrónico: mvargas@ocyt.org.co.

RESUMEN

Con el propósito de responder el interrogante por los cambios en el comportamiento innovador de las empresas del sector industrial, el artículo presenta y analiza los resultados que en materia de innovación muestran las empresas manufactureras en la *Primera encuesta de desarrollo tecnológico en el establecimiento industrial colombiano* (EDT1), realizada en 1996, y la EDT2, consignados en la prueba piloto aplicada en el 2003 a 101 empresas. Para ello se integra la teoría evolutiva del cambio tecnológico con el enfoque de los recursos y las capacidades. Los resultados de la comparación de los indicadores de las empresas innovadoras en las dos encuestas sugieren que, en un contexto estructural signado por precarios esfuerzos públicos y empresariales en el ámbito de la ciencia y la tecnología, entre 1996 y 2003 se presenta un avance sustancial en los esfuerzos y resultados de innovación, así como en la relación de las firmas industriales innovadoras con el sistema nacional de innovación. El artículo plantea, finalmente, hipótesis y líneas de trabajo para profundizar en el conocimiento sobre la innovación en Colombia.

Palabras clave: encuesta de innovación tecnológica, innovación en la industria colombiana, comportamiento innovador, capacidades tecnológicas.

ABSTRACT

Innovative Behavior In The Colombian Industry: An Exploration of Recent Changes

In order to know the reasons behind the innovative behavior of companies in the industrial sector, this article presents and analyzes the innovation results shown by manufacturing companies in the *First Survey on Technological Development in the Colombian Industry* (EDT1), carried out in 1996, and EDT2. These results are registered in the pilot test applied in 2003 to 101 companies. The evolutionary theory of technological change is integrated with the resource and capability approach. The comparison between innovative companies indicators in both surveys suggests that, in a context characterized by poor public and managerial investment in science and technology, there is considerable progress in innovation efforts and results between 1996 and 2003. This phenomenon can also be observed in the relation between innovative industrial companies and the national system of innovation. Finally, the article proposes hypotheses and work lines to better understand the innovation process in Colombia.

Key words: technological innovation survey, innovation in Colombian industry, innovative behavior, technological capabilities.

Introducción

En razón de la creciente importancia de la innovación como determinante primordial de la competitividad en el actual entorno económico, durante la década de los noventa en América Latina se desencadenó una oleada de esfuerzos de medición de las actividades tecnológicas y la innovación industrial. Como parte de ese proceso, en Colombia se realizó en 1996 la *Primera encuesta de desarrollo tecnológico en el establecimiento industrial colombiano* (EDT1), por parte de Colciencias y el Departamento Nacional de Planeación (DNP). Estos esfuerzos continúan con la realización de la *Segunda encuesta de desarrollo tecnológico en el establecimiento industrial colombiano* (EDT2), por parte del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), Colciencias y el DNP. En desarrollo de la EDT2, se aplicó la prueba piloto a 101 establecimientos industriales en el año 2003. La presentación que sigue se basa en el análisis de los resultados arrojados por la comparación entre estos dos ejercicios. Dicha comparación, en un primer momento, se orientó a establecer los avances conceptuales y metodológicos de la EDT2 frente a la EDT1.¹ En el segundo, intenta establecer los cambios que en materia de innovación industrial se han presentado entre las dos encuestas.

A partir de los resultados de este segundo ejercicio de contrastación, el presente artículo persigue dos objetivos centrales: (i) señalar los principales cambios registrados entre 1995 y 2001 en el comportamiento innovador de las empresas manufactureras colombianas,

esto es, en los años cubiertos por la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2; (ii) plantear hipótesis que faciliten la lectura de los resultados que arroje la EDT2 y esbozar líneas de trabajo para la realización de estudios futuros; especialmente, aquellos que permitan comparar los cambios y tendencias de la dinámica de la innovación en Colombia con los ocurridos en otros países latinoamericanos.

Para el logro de los objetivos propuestos, el artículo aborda en su primera parte el marco analítico, en la segunda presenta y analiza los resultados de la comparación entre las dos encuestas y, finalmente, intenta aportar algunos elementos de contexto que permiten medir los cambios en la conducta innovadora de las firmas, mostrados por la comparación.

1. Marco analítico

La EDT2 presenta fuertes líneas de continuidad con la perspectiva teórica que guió la EDT1: los ejercicios de contrastación, que dieron lugar al trabajo de Vargas y Malaver (2003) y al presente artículo, junto con los desarrollos que aquí se exponen, se suscriben a dicha orientación teórica. Algunos de esos avances, de carácter conceptual y metodológico, se presentan a continuación.

1.1 La perspectiva teórica²

La concepción teórica que guía las encuestas (tecnológicas o de cualquier índole), tal

¹ Los resultados de dicho ejercicio se presentaron en Vargas y Malaver (2003).

² Tal como se mencionó, este artículo constituye, en rigor, la continuación del ejercicio iniciado en Vargas y Malaver (2003); por ello, los dos trabajos comparten el mismo marco analítico, el cual se retoma aquí, con las leves modificaciones derivadas de la especificidad y los énfasis del artículo.

como lo señala Peirano (2002), perfila el foco del análisis, aquello que debe ser medido y la forma como debe hacerse esto. En tal sentido, la orientación analítica proporcionada por el *Manual de Oslo* (OCDE, 1996b), y que guió la EDT1, fue complementada en la EDT2 con los aportes del *Manual de Bogotá* (Jaramillo, Lugones y Salazar, 2000), el cual buscó incorporar las especificidades del contexto latinoamericano, pero sin afectar la comparabilidad de los resultados arrojados por las encuestas tecnológicas realizadas en el país con los indicadores internacionales. Como se mostrará en la presentación del presente marco teórico y metodológico, esto se expresa en la visión de la tecnología del cambio tecnológico en las empresas y de los procesos de innovación.

La perspectiva analítica asumida se distancia de la visión neoclásica, para la cual la tecnología es un bien público, libre y accesible para todas las firmas, que elegirán aquella que incrementa al máximo sus beneficios (Durán, Ibáñez, Salazar y Vargas, 1998). En ésta, por el contrario, la tecnología tiene muchos componentes tácitos que no se transfieren con la compra: la lectura de la información suministrada por el mercado sobre ella, así como la elección y su uso dependerán, en buena parte, de las capacidades tecnológicas acumuladas por las empresas (Lall, 1992), las cuales contienen patrones inerciales que inciden en que los actores productivos difieran en sus conductas y decisiones estratégicas (Nelson, 1991). Por ello, las encuestas se centran, antes que en los objetos —los resultados—, en los sujetos de la innovación, con el fin de identificar las diferencias en sus conductas (expresadas en sus actividades) tecnológicas y establecer las implicaciones que

de allí se derivan para explicar los resultados alcanzados.

En relación con los procesos de innovación, también se toma distancia de la visión lineal en favor de una visión interactiva, en la cual tienen menor importancia las actividades de I+D, y cobran especial significación las interacciones resultantes de la intervención de diversos actores (como proveedores, clientes, vendedores, etc.) a lo largo del proceso (Kline y Rosenberg, 1986, y Duval, 1998); actores que llegan a constituir sistemas nacionales o regionales de innovación, que potencian los esfuerzos y resultados tecnológicos obtenidos por las empresas.

1.2 Avances conceptuales de la EDT2

La EDT2 comparte la preocupación de la EDT1 por establecer los determinantes de la innovación en los ámbitos sectorial y de empresa (Durán, Ibáñez, Salazar y Vargas, 1998). Como es obvio, las restricciones derivadas de los resultados que arroja una prueba piloto impiden ahondar en el plano sectorial, pero sí permiten adelantar algunos análisis y reflexiones en el ámbito de las empresas.

En este frente, en particular, se presentan avances conceptuales y metodológicos en la EDT2, que reflejan la madurez alcanzada en el trabajo de investigación; también, los aportes del *Manual de Bogotá* (Jaramillo, Lugones y Salazar, 2000) y de algunos trabajos empíricos adelantados en el país (Malaver, 2002b, y Vargas, Malaver y Zerda, 2003), que enriquecieron el proceso de construcción de la EDT2. Estos avances se presentan a continuación.

Cabe advertir que la EDT1 comprobó que las firmas industriales innovadoras presentan significativas diferencias con aquellas que no lo son. Aún más, comprobó la hipótesis de Schumpeter (1942), que plantea que las empresas de mayor tamaño están en condiciones de alcanzar un mejor desempeño tecnológico que las pymes (Durán, Ibáñez, Salazar y Vargas, 1998);³ además, presentó análisis detallados sobre los esfuerzos, las actividades y los resultados tecnológicos (las innovaciones) obtenidos. Una mirada detenida muestra, sin embargo, que a semejanza de lo que ocurre con la gran mayoría de las encuestas realizadas en América Latina, en la EDT1 el marco que sirve de base para el análisis tecnológico en la empresa está poco desarrollado. Esto resulta, en parte, de no incorporar los desarrollos que desde el *management* se han alcanzado para el análisis de las capacidades tecnológicas, de la innovación y de su articulación con la estrategia competitiva de las empresas.

Un primer avance lo constituye el reconocimiento de lo promisorias que resultan las amplias posibilidades de articular los planteamientos evolutivos del cambio técnico (Nelson y Winter, 1982) con los efectuados desde el enfoque de los recursos y las capacidades (Prahalad y Hamel, 1990; Barney, 1991; Tidd, 2000; Patel, 1999), provenientes de la administración. Tal articulación permite superar algunas dificultades del marco evolutivo para ahondar en los análisis del cambio técnico y de su papel dentro de la

empresa. Ése es, por ejemplo, el caso de la noción de rutinas, la cual es central en el análisis evolutivo, en la medida en que en ésta se condensan y activan los aprendizajes y conocimientos acumulados en las empresas (Nelson y Sampat, 2001), pero que es muy difícil medir a través de encuestas. Esto, en principio, puede superarse acudiendo a las nociones de recursos y de capacidades desarrolladas en la administración, muy emparentadas con la visión evolutiva. Las capacidades, entendidas como las habilidades para articular dichos recursos con el fin de realizar una actividad o alcanzar un objetivo en particular (Hitt, Ireland y Hoskinson, 1999), son producto de aprendizajes informales que se acumulan y se traducen en prácticas comparables entre empresas.

Algunas capacidades tienen un carácter estratégico por ser fuente de ventajas competitivas, en la medida en que generan mayor valor (satisfacción) para los clientes de los productos de la empresa y son difíciles de imitar por los competidores. A éstas se les llama *core competences* (Prahalad y Hamel, 1990) o capacidades distintivas, y conectan las estrategias competitivas con la competitividad de las empresas. Cuando estas capacidades distintivas son de origen tecnológico, se está en presencia de competencias tecnológicas, es decir, en situaciones en las cuales la tecnología desempeña un papel estratégico en la empresa.⁴

³ Los problemas de representatividad derivados de poder utilizar solamente los resultados de la prueba piloto tampoco permiten abordar aquí esa discusión.

⁴ La aplicación en ciernes en la EDT2 de estos planteamientos permite traducir en estos términos algunas nociones e indicadores utilizados en la EDT1. Es el caso de los recursos (humanos y financieros), y de las capacidades tecnológicas, asimilables a los esfuerzos y actividades tecnológicas desarrolladas por las empresas.

Un segundo avance conceptual se encuentra en cómo se define innovación. A partir del trabajo de Malaver y Vargas (2003), en la EDT2 se establece una distinción clara entre las innovaciones propiamente dichas, es decir, aquellas que son tales en el mercado específico en que actúa la empresa (local, nacional, regional o internacional), y los esfuerzos y desarrollos que dan lugar a novedades, pero sólo para la empresa. Como se verá, esta diferenciación tiene importantes implicaciones en los resultados obtenidos.

Al definirse la innovación, siguiendo el *Manual de Frascati*, como “la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado que es introducido en el mercado, o en un proceso de fabricación nuevo o significativamente mejorado que es utilizado en la industria o el comercio” (OECD, 1996a: 19), se produjeron importantes precisiones en su medición. Se considera que la novedad (que define a la innovación) debe serlo para el mercado en que se desenvuelve la empresa, independientemente de si éste es local, regional, nacional o internacional (Malaver y Vargas, 2003). Esto permitió mejorar el concepto de innovación existente en la EDT1, en la cual todos los desarrollos internos de las empresas, incluso los que no constituían innovaciones para el mercado, se consideraban como tales.

En la clasificación de las empresas según su grado de innovación,⁵ la precisión en el

concepto de innovación permitió diferenciar las innovaciones en sentido amplio en dos subgrupos: el constituido por aquellas empresas que han obtenido innovaciones para el mercado nacional como producto de procesos informales, las cuales serían las innovadoras en sentido amplio (las IA), y el conformado por las empresas que han efectuado desarrollos que son novedades para ellas mismas, pero no para el mercado en que actúan (las laep). La precisión conceptual aludida permitió, además, diferenciar entre aquellas empresas que, como fruto de procesos formales de I+D, efectúan innovaciones para el mercado internacional que son patentados (las IE), de aquellas que no obtienen patentes.

Otros cambios conceptuales de la EDT2 frente a la EDT1 tienen especial significación. Unos están relacionados con la asimilación de categorías utilizadas en la EDT1 (Durán, Ibáñez, Salazar y Vargas, 1998) con las utilizadas en la EDT2: los esfuerzos tecnológicos representados, por ejemplo, en la inversión en actividades de desarrollo tecnológico se asimilaron a los recursos tecnológicos; las actividades tecnológicas, a los procesos y capacidades tecnológicas, y los resultados, a la materialización de las capacidades: las innovaciones. También se adicionó la noción de

⁵ En la EDT1, las empresas industriales se clasifican en cuatro categorías de acuerdo con sus actividades y resultados de innovación. Las empresas innovadoras en sentido estricto (IE), las cuales realizan actividades de I+D, otras actividades conducentes a la innovación, y obtienen innovacio-

nes de carácter internacional. Las empresas innovadoras en sentido amplio (IA), las cuales invierten principalmente en adquisición de tecnología incorporada al capital y logran innovaciones para el mercado nacional y para la propia empresa. Las potencialmente innovadoras (PI), que adelantan actividades conducentes a la innovación, pero no han obtenido innovaciones. Y las no innovadoras (NI), empresas que no realizan actividades tecnológicas y por lo tanto no han logrado innovar.

impactos de las innovaciones. Esta diferenciación conceptual entre recursos, capacidades, productos e impactos de la innovación facilita y potencia la lectura de los resultados arrojados por las encuestas en cuestión.⁶

2. Los cambios en la dinámica innovadora en la industria colombiana

La evaluación de los cambios en el comportamiento innovador de las firmas industriales en Colombia se efectúa en esta sección del artículo mediante el análisis de los recursos y esfuerzos tecnológicos efectuados por las empresas, de las actividades desarrolladas y las capacidades de eslabonamiento desplegadas, así como de los resultados e impactos de estas actividades.

2.1 Generalidades

Antes de presentar y analizar los resultados de la comparación entre la EDT1 y la EDT2, es necesario hacer algunas precisiones generales sobre las muestras empresariales utilizadas, así como sobre los resultados obtenidos.

En relación con el primer punto, las muestras utilizadas, debe advertirse que mientras la información usada en la EDT1 es arrojada por una encuesta representativa, en el caso de la EDT2 la información proviene de una encuesta piloto aplicada a 101 establecimien-

tos industriales.⁷ Adicionalmente, debido a que la prueba piloto de la EDT2 se concentró en empresas innovadoras, la comparación de los resultados obtenidos sólo cubre a este tipo de empresas. Por ello, en rigor, el artículo tiene por objetivo establecer los cambios en el comportamiento innovador de las firmas ocurrido entre los dos ejercicios, pero se excluyen las empresas no innovadoras.

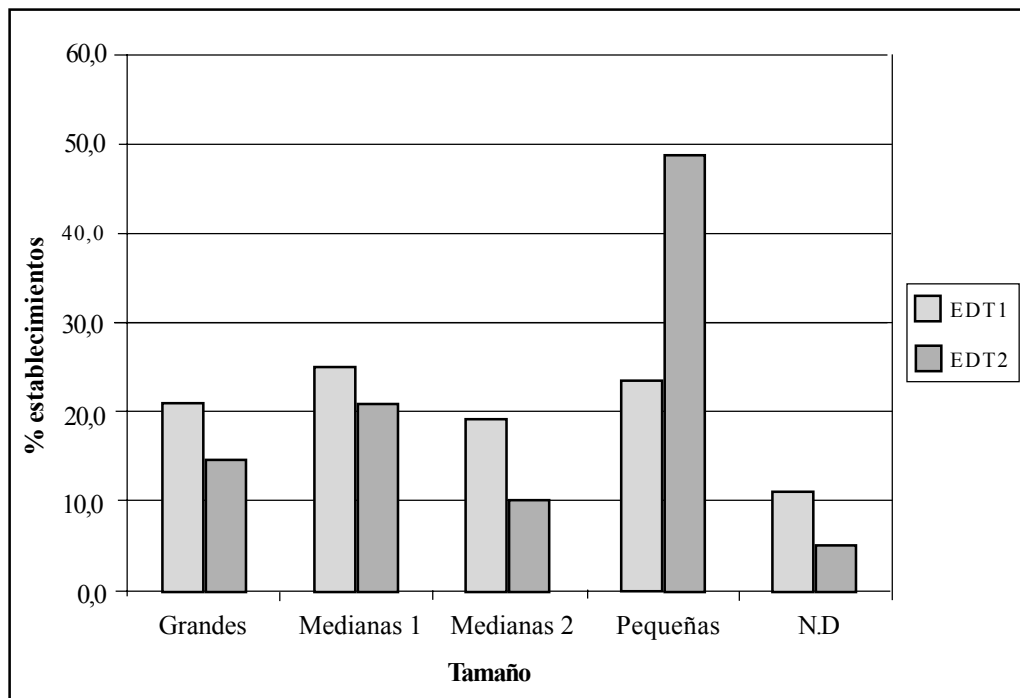
Es necesario anotar que en la EDT2 se presenta un cambio en la composición de la muestra frente a la EDT1. Tal como se observa en el Gráfico 1, hay un incremento importante de las pequeñas empresas, las cuales pasaron de ser el 23,5% a ser el 49,0% de la muestra, cambio que si bien refleja de mejor manera la estructura de la industria manufacturera del país, tiene implicaciones significativas sobre el tipo, el grado y el alcance de las innovaciones obtenidas por las empresas estudiadas, tal como se verá más adelante.

Con respecto al segundo punto, los resultados, es necesario señalar dos fenómenos registrados en la EDT2 para la caracterización de los resultados de innovación obtenidos por las empresas. El primero se relaciona con el hecho de que las empresas innovadoras en sentido estricto (IE), esto es, aquellas que obtienen innovaciones de producto para el mercado internacional o innovaciones de proceso a partir de actividades de I+D no las patentan, lo cual indica los alcances y limitaciones de

⁶ Las ventajas de estas precisiones conceptuales y metodológicas se muestran con detalle en Vargas y Malaver (2003).

⁷ En la fase de depuración de la información se excluyó una empresa, por ello los datos presentados se basan en el análisis de cien empresas, todas ellas innovadoras.

Gráfico 1
Distribución según tamaño



Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

sus innovaciones. El segundo rasgo lo constituye el papel que desempeñan las innovaciones organizacionales, que son alcanzadas por un porcentaje considerable de empresas, donde se destaca el caso de las potencialmente innovadoras (PI). Esta característica, como se mostrará más adelante, apoya la hipótesis según la cual las empresas están siguiendo estrategias competitivas de carácter defensivo.

2.2 Los cambios en los procesos de innovación

De acuerdo con el marco teórico expuesto en la sección 1, los cambios presentados en

los procesos de innovación se observan tanto en los recursos como en las actividades dedicadas a la innovación. Estas últimas se usan como indicador *proxy* de las prácticas en que se expresan las capacidades tecnológicas existentes en las empresas, las cuales se desarrollan y acumulan a partir de procesos de aprendizaje generados por las actividades desplegadas por éstas.

2.2.1 Los recursos para la innovación

El ejercicio encaminado a establecer la dirección de los cambios en el comportamiento de las empresas innovadoras comienza con la comparación de los recursos huma-

nos y financieros utilizados por ellas para desarrollar sus actividades tecnológicas, entre los años 1995 y 2001, esto es, los años que cubrieron la EDT1 y la EDT2. En principio, el análisis de la información obtenida sugiere que los esfuerzos tecnológicos de las empresas, medidos a partir de los recursos dedicados para esta actividad, no aumentaron, incluso tendieron a descender, pero su capacidad para acceder a ellos aumentó de manera considerable, especialmente en el caso del acceso a fuentes externas de financiación.

En cuanto a los recursos humanos, el Cuadro 1 muestra que, en efecto, si se utiliza como indicador del avance el porcentaje de empleados con formación de posgrado, entre las dos encuestas no se registró un aumento significativo en la incorporación de recurso humano altamente calificado. Sin embargo, el mismo cuadro señala dos fenómenos relevantes. Primero, que existe una apreciable reducción de la proporción del personal menos calificado, a favor de los profesionales; y, segundo, que el personal más calificado se dedica a las actividades de I+D, hecho que el cuadro ilustra de manera contundente.

Cuadro 1
Recursos humanos. Número de personas en el departamento de I+D
y el resto según nivel educativo*

Nivel educativo	Departamento de I+D					Otros departamentos				
	Agregado	IE	IA	IAep**	PI	Agregado	IE	IA	IAep**	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996										
Posgraduados	7,5	6,8	8,7	N. C.	0,4	Inexistente				
Profesionales	32,2	30,6	35,0	N. C.	14,9					
Técnicos/tecnólogos	25,5	25,0	23,7	N. C.	59,4					
Personal de apoyo	34,9	37,6	32,6	N. C.	25,3					
Total	100,0	100,0	100,0	N. C.	100,0					
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003										
Doctorado	0,6	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maestría	1,2	1,1	1,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3
Especialización	5,3	1,1	7,8	0,0	33,3	1,0	0,6	1,4	0,9	0,5
Profesional	35,3	31,0	40,3	0,0	33,3	15,0	14,0	17,4	22,1	8,3
Tecnólogo	5,9	5,7	6,5	0,0	0,0	8,6	10,2	7,1	3,6	12,2
Técnico	3,5	0,0	7,8	0,0	0,0	11,9	16,9	14,2	1,8	3,1
Educación secundaria	28,2	24,1	32,5	0,0	33,3	41,6	42,2	42,4	71,5	33,5
Educación primaria	17,6	34,5	0,0	0,0	0,0	12,7	15,9	15,8	0,0	4,1
Otro	2,4	2,3	2,6	0,0	0,0	9,0	0,2	1,5	0,0	38,2
Total	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*El porcentaje se calcula sobre el total de empleados de cada categoría por departamento.

**En el caso de la EDT1 no se hizo la distinción entre IA y IAep.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

El Cuadro 2 confirma los fenómenos mencionados. Adicionalmente, muestra en forma nítida que las empresas con mayores capacidades de innovación, esto es, las IE, utilizan una mayor proporción de personal calificado en las áreas de I+D que las otras tipologías de empresas. Por el contrario, las IA emplean una mayor proporción de personas calificadas en las áreas de producción, mientras que las PI, en mercadeo y ventas. Esto sugiere, en otros términos, que a medida que disminuye la capacidad y el nivel de las innovaciones de las empresas, la distribución del recurso humano tiende a concentrarse en áreas más lejanas

a las actividades tecnológicas, propiamente dichas, tal como lo expresan las cifras alcanzadas por las firmas agrupadas como IA, IAep y PI.

El hecho de que las empresas estudiadas tiendan a emplear una proporción mayor de profesionales frente a personas de menor calificación y que las empresas que exhiben mayores capacidades innovadoras utilicen un mayor porcentaje de personal calificado en las actividades de I+D resulta particularmente notable, si se tiene en cuenta que en la EDT2 la participación de pymes creció de manera sustancial en la muestra estudiada.

Cuadro 2
Recursos humanos. Participación de personal por departamento*

Departamento	Total	IE	IA	IAep	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Inexistente					
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
Ingeniería	2,7	3,4	2,6	0,6	2,6
I+D	1,9	5,1	1,5	0,0	0,3
Calidad	4,1	4,2	5,3	0,3	1,6
Producción	52,2	47,5	58,8	15,8	45,1
Administración	15,0	18,9	16,8	9,7	7,5
Otros	24,1	21,0	15,0	73,6	42,9
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*El porcentaje se calcula sobre el total de empleados de cada categoría.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

Con respecto a los recursos financieros que como proporción de las ventas dedican las empresas estudiadas a las actividades de innovación y desarrollo tecnológico, el Cuadro 3 ilustra un abrupto descenso en la EDT2. Este comportamiento es concordante con la caída de la inversión ocasionada por la recesión económica que azotó al país a fines de la década de los noventa, y que no se había

superado para el momento de la aplicación de la encuesta a la muestra estudiada.

Resulta significativo el hecho de que la inversión dedicada a la automatización de los procesos productivos haya disminuido hasta un porcentaje tan precario como el que revela el Cuadro 3. Esto corrobora los hallazgos de otros estudios (Malaver, 2002a)

y tiende a apuntalar la tesis en torno a una sensible disminución de los procesos de modernización, por la vía de incorporación

de capital, que se registró en Colombia durante la segunda parte de los años noventa y a comienzos de la presente década.

Cuadro 3
Actividades de desarrollo tecnológico. Inversión en actividades de desarrollo tecnológico*

Actividad	Agregado	IE	IA	IAep**	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Tecnologías incorporadas al capital	20,2	13,2	24,2	N. C.	0,5
Tecnologías de gestión	5,7	5,0	6,4	N. C.	0,5
Tecnologías transversales	0,5	0,9	0,4	N. C.	0,0
Programas de diseño industrial	0,9	1,6	0,8	N. C.	0,0
Proyectos de I+D	0,7	1,8	0,3	N. C.	0,1
Capacitación tecnológica	0,1	0,1	0,1	N. C.	0,1
Total	28,0	22,6	32,2	N. C.	1,1
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
<i>Maquinaria y equipo</i>	4,63	2,67	5,32	2,09	0,84
<i>Maquinaria para automatización</i>	0,20	0,09	0,24	0,03	0,00
Tecnologías incorporadas al capital	4,83	2,76	5,57	2,12	0,84
<i>Inversión en gestión de calidad</i>	0,19	0,29	0,18	0,15	0,12
<i>Inversión en gestión de producción</i>	0,82	0,26	0,83	5,49	0,05
<i>Inversión en gestión ambiental</i>	0,50	0,06	0,62	0,00	0,01
<i>Inversión en tecnologías de admón.</i>	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00
Tecnologías de gestión	1,54	0,65	1,67	5,64	0,18
Tecnologías transversales	0,31	0,55	0,22	0,29	0,87
Programas de diseño industrial	0,22	0,25	0,23	0,44	0,06
Proyectos de I+D	0,12	0,68	0,01	0,00	0,55
Capacitación tecnológica	0,05	0,10	0,04	0,04	0,07
Total	7,06	5,00	7,73	8,52	2,57

*Porcentaje de las ventas correspondientes a cada categoría.

**En el caso de la EDT1 no se hizo la distinción entre IA y IAep.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

Es particularmente preocupante la brutal caída de la inversión en las actividades de I+D (superior al 400%) y en las de capacitación tecnológica a índices irrisorios, en la medida en que ello afecta la competitividad de las empresas manufactureras desde una perspecti-

va de mediano y largo plazo. Tal situación es contradictoria con las exigencias de mayor capacidad competitiva en los mercados internacionales que plantean el modelo de apertura, la crisis de la demanda interna, los fenómenos de la globalización y la inminente

entrada en vigencia del Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA), el Tratado de Libre Comercio (TLC) con EE. UU. y la integración latinoamericana. De hecho, para la ONUDI (2002) la inversión efectuada en ciencia y tecnología (CyT), más directamente relacionada con la competitividad, es la realizada en I+D por las empresas, en la medida en que se convierte de manera más fácil y rápida en capacidades competitivas.

El Cuadro 3 señala, igualmente, que las empresas IE invierten más en I+D y en capacitación tecnológica. Ello indica con claridad que las empresas que más esfuerzos efectúan en estos frentes, como compensación, logran innovaciones (en sentido estricto) de mayor complejidad tecnológica y alcance en los mercados. Las IA invierten más en maquinaria y equipo y en tecnologías de gestión, en particular, de producción y ambiental, pero sin que efectúen inversiones significativas en la automatización de sus procesos. Ello sugiere que estas empresas se enfocan más hacia el logro de mayor eficiencia, esto es, en el desarrollo de sus capacidades productivas, pero sin que para el logro de estos propósitos sus esfuerzos lleguen muy lejos en materia del acceso a tecnologías avanzadas e incorporadas al capital.

Aparejada con la caída de inversión, se presenta un notable aumento en el porcentaje de empresas que acuden con éxito a fuentes externas de financiamiento, especialmente al crédito institucional. Así lo indica el Cuadro 4, el cual ilustra, además, que son las IE las que acceden a recursos provenientes de instrumentos e instituciones más rigurosas. De esta forma, dichas empresas no sólo cuentan con capacidades para adelantar proyectos de mayor complejidad tecnológica y alcances de mercado, sino que además han

desarrollado aprendizajes que les permiten acudir con éxito a financiaciones más exigentes. Esto es revelado por el acceso a los recursos de la banca comercial internacional y a una gama más variada de fuentes institucionales, en especial las pertenecientes al Sistema Nacional de Innovación (SNI).

El acceso a fuentes institucionales de recursos sugiere que la ampliación de los instrumentos gubernamentales de financiación de las actividades de desarrollo tecnológico registrada en la segunda parte de la década de los noventa, tuvo un impacto positivo en el ámbito empresarial, en particular, en aquellas empresas que han desarrollado mayores capacidades tecnológicas.

2.2.2. Las actividades de innovación

En concordancia con los menores esfuerzos efectuados por las empresas estudiadas, hecho que se expresa en la reducción de los recursos de inversión para el desarrollo tecnológico, entre la EDT1 y la EDT2 disminuyó el porcentaje de empresas que realizó actividades tecnológicas, especialmente, aquellas que despliegan menores capacidades para el manejo de sus tecnologías.

El Cuadro 5 muestra, en efecto, una notable disminución de las empresas que realizan actividades relacionadas con diseño industrial y capacitación tecnológica; esa reducción fue menor en las tecnologías incorporadas al capital, las de gestión y los proyectos de I+D. Por grupos de empresas, la caída de las actividades tecnológicas adelantadas fue más acentuada en las IA. Por el contrario, una proporción mayor de las empresas IE elevó su nivel de actividad, especialmente, en el caso de las tecnologías incorporadas al capital y de las transversales.

Cuadro 4
Fuentes de financiamiento.
Porcentaje de empresas que se han financiado según fuente*

Fuentes de financiamiento	Agregado	IE	IA	IAep**	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996 (solo para el financiamiento de I+D)					
Recursos internos de la empresa	25,6	91,6	17,1	N. C.	18,8
Casa matriz	0,8	2,2	0,7	N. C.	0,0
Colciencias-IFI crédito	1,4	7,6	0,6	N. C.	0,3
Colciencias-IFI donación	0,0	0,3	0,0	N. C.	0,0
Cooperación internacional	0,03	0,0	0,04	N. C.	0,0
Banca comercial	3,5	24,5	1,0	N. C.	0,3
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003 (para todas las actividades de innovación)					
Aportes casa matriz	2,0	0,0	3,2	0,0	0,0
Banca comercial internacional	3,0	14,3	0,0	0,0	0,0
BANCOLDEX	8,0	9,5	8,1	0,0	9,1
Bancos comerciales	29,0	23,8	35,5	0,0	18,2
Compañías de financiamiento comercial	1,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Corporaciones financieras	1,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Expopyme	5,0	9,5	4,8	0,0	0,0
FINAGRO	2,0	0,0	3,2	0,0	0,0
Financiamiento otras empresas (socios, clientes, proveedores)	8,0	28,6	1,6	0,0	9,1
Financiamiento otras empresas del grupo	2,0	4,8	1,6	0,0	0,0
Fondos de inversión y fiducias	1,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Líneas redescuento IFI	3,0	9,5	1,6	0,0	0,0
Organismos internacionales (OEA, ONU, UE)	2,0	0,0	3,2	0,0	0,0
Otro (Cámara de Comercio)	1,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Otro (PROEXPORT)	1,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Programa Nacional de Productividad y Competitividad	3,0	4,8	1,6	0,0	9,1
Recursos propios	86,0	81,0	87,1	100,0	81,8
SENA Ley 344 de 1996	4,0	9,5	3,2	0,0	0,0
Total	95,0	95,2	93,5	100,0	100,0

*El porcentaje se calcula sobre el total de empresas de cada categoría.

**En el caso de la EDT1 no se hizo la distinción entre IA y IAep.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

Cuadro 5
Actividades de desarrollo tecnológico. Porcentaje de empresas que realizaron actividades de desarrollo tecnológico*

Actividad	% empresas				
	Agregado	IE	IA	IAep**	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Tecnologías incorporadas al capital	80,7	83,5	86,0	N. C.	34,0
Tecnologías de gestión	83,2	98,8	84,7	N. C.	53,2
Tecnologías transversales	30,8	61,4	28,7	N. C.	12,4
Programas de diseño industrial	75,1	92,2	78,3	N. C.	29,2
Proyectos de I+D	28,7	99,7	19,1	N. C.	24,4
Capacitación tecnológica	73,5	92,8	71,6	N. C.	66,7
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
<i>Maquinaria y equipo</i>	76,0	95,2	77,4	66,7	36,4
<i>Maquinaria para automatización</i>	20,0	38,1	17,7	16,7	0,0
Tecnologías incorporadas al capital	77,0	100,0	77,4	66,7	36,4
<i>Inversión en gestión de calidad</i>	62,0	85,7	61,3	33,3	36,4
<i>Inversión en gestión de producción</i>	43,0	66,7	41,9	16,7	18,2
<i>Inversión en gestión ambiental</i>	24,0	23,8	25,8	0,0	27,3
<i>Inversión en tecnologías de admón.</i>	21,0	33,3	21,0	0,0	9,1
Tecnologías de gestión	75,0	95,2	75,8	33,3	54,5
Tecnologías transversales	63,0	90,5	58,1	33,3	54,5
Programas de diseño industrial	45,0	42,9	45,2	83,3	27,3
Proyectos de I+D	26,0	100,0	4,8	0,0	18,2
Capacitación tecnológica	55,0	81,0	50,0	50,0	36,4

*El porcentaje se calcula sobre el total de empresas por categoría de grado de innovación.

**En el caso de la EDT1 no se hizo la distinción entre IA y IAep.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

Ese comportamiento permite inferir una actitud heterogénea dentro de las empresas innovadoras en la industria. Las IE, en lugar de reducir sus índices de actividad tecnológica por efectos de la crisis, los elevaron para enfrentarla; además, aumentaron sus actividades de carácter transversal (adquisición de licencias, patentes, *software*, publicaciones, tecnologías de comercialización y asistencia técnica). Si a ello se añade su mayor acceso a fuentes externas de financiación, es plausible pensar que estas

empresas también ampliaron el espectro de sus actividades y sus capacidades tecnológicas, especialmente las relacionadas con el apalancamiento de sus capacidades internas.

2.3 Los cambios en los resultados e impactos de la innovación

Efectuado el análisis de los esfuerzos y los procesos de innovación, en esta sección se estudiarán los cambios presentados en los resultados

obtenidos a partir de las actividades tecnológicas adelantadas por las empresas estudiadas. Para tal fin se analizarán tres aspectos: la relación entre las actividades y los resultados de innovación, los alcances de las innovaciones realizadas y los efectos de las innovaciones sobre el desempeño económico de las firmas.

2.3.1 Las actividades y los resultados de innovación

La relación existente entre el tipo de actividades y de innovaciones desarrolladas

por las empresas se puede establecer en el Cuadro 6 para la EDT2, pues en la EDT1 no se obtuvo información para tal fin. El cuadro muestra que (i) las tecnologías incorporadas al capital y las tecnologías de gestión están más emparentadas con las innovaciones de proceso; (ii) las actividades de I+D y de diseño están asociadas especialmente con las innovaciones de producto, y (iii) las tecnologías transversales y la capacitación tecnológica están relacionadas con las innovaciones organizacionales.

Cuadro 6
Actividades de desarrollo tecnológico. Orientación de las actividades de desarrollo tecnológico en el año 2001*

Actividad	Tipos de innovación			
	Proceso	Producto	Organiz.	Comercial
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996				
Inexistente				
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003				
Tecnologías incorporadas al capital	55,0	37,0	18,0	2,0
Tecnologías de gestión	55,0	26,0	30,0	11,0
Tecnologías transversales	25,0	24,0	34,0	11,0
Programas de diseño industrial	8,0	41,0	0,0	0,0
Proyectos de I+D	1,0	24,0	0,0	0,0
Capacitación tecnológica	19,0	9,0	24,0	0,0

*El porcentaje se calculó sobre el total de la muestra.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

El predominio de la relación entre las tecnologías incorporadas y las innovaciones de proceso es apenas natural en nuestro medio, pues tal como lo han encontrado diversos estudios, no sólo para Colombia, sino para otros países de América Latina, el cambio tecnológico, antes que obedecer al esfuerzo endógeno de las empresas, es incorporado a través de las importaciones de bienes de capital. Es decir, es exógeno a ellas en una alta

proporción (Lugones, 2000). Dado que esas tecnologías importadas se desarrollan en sus contextos para responder a las necesidades de sus sistemas empresariales y no se ajustan a las particularidades de nuestras empresas, resulta indispensable realizar adaptaciones para su utilización productiva. Esto se expresa en el carácter adaptativo e incremental que distingue los procesos de innovación propios de nuestros países y de Colombia en

particular (Durán, Ibáñez, Salazar y Vargas, 1998; Jaramillo, Lugones y Salazar, 2000; Malaver, 2002b; Malaver, Vargas y Zerda, 2003), carácter que también parece explicar buena parte de la elevada relación entre las tecnologías de gestión y las innovaciones de proceso, que ilustra el cuadro en mención.

Los procesos de innovación de producto, realizados a partir de una base tecnológica importada, requieren, en algunos casos, proyectos de I+D, según se infiere del Cuadro 6; no obstante, es mayor la relación existente entre las innovaciones en producto y las actividades de diseño. Esto se debe a que los proyectos de I+D originan nuevos productos y en ocasiones modificaciones en los existentes, y para ambas se necesitan actividades de diseño industrial; en otros casos, que parecen ser la mayoría, las innovaciones en el producto obedecen solamente a modificaciones en su diseño.

La relación preponderante que existe entre las innovaciones de tipo organizacional y las tecnologías transversales y la capacitación tecnológica, según lo sugiere el cuadro 6, apunta a corroborar los hallazgos de otros estudios. Esto parece ocurrir en un doble sentido. Por una parte, confirma la gran necesidad de capacitación que trae consigo la incorporación de tecnologías transversales, como las licencias, en general, y del *software*, en particular (Chica, 1998).

Por otra parte, la caída de la inversión en bienes de capital para la industria, registrada en la segunda mitad de los años noventa, fue mayor en su componente de maquinaria y equipo. Esto ocurrió a cambio de un im-

portante aumento de la importación de equipos de computación y *software* (Malaver, 2002a). Ese fenómeno permite plantear, a manera de hipótesis, un importante aumento de la penetración de las tecnologías de la información en las empresas colombianas en la década de los noventa. Esto parece estar apuntalando no sólo la modernización de los procesos productivos y de la gestión empresarial, sino también la apertura de espacios importantes para la creatividad y la innovación organizacional. A ello se agregan las ventajas de estas tecnologías para fortalecer tanto la racionalización como el control de los procesos productivos, dos tendencias exacerbadas en la década de los noventa, por el aludido comportamiento defensivo de buena parte de las empresas industriales.

2.3.2 *Los avances en la innovación*

Los resultados obtenidos por las empresas en materia de innovación, cuando se compara la información arrojada por la EDT1 y la EDT2, muestran con nitidez tres hechos: (i) significativos avances en las innovaciones alcanzadas; (ii) desplazamientos entre los tipos de innovación realizadas, y (iii) una importante heterogeneidad en el comportamiento innovador entre grupos de empresas.

En relación con el primer aspecto, el Cuadro 7 señala un apreciable incremento en el porcentaje total de empresas que mejoraron los logros obtenidos a partir de sus esfuerzos de innovación. Estos avances resultan por demás notables si se tiene en cuenta la significativa reducción de la inversión en maquinaria y equipo que se registró entre las encuestas y, por consiguiente, en las tec-

nologías incorporadas al capital, esto es, en una de las principales fuentes de innovación de la industria colombiana y latinoamericana en general (Lugones, 2000).

Ese cambio en el comportamiento tecnológico de las empresas permite inferir, a título

de hipótesis, que en un contexto de crisis que coadyuvó a la caída en la inversión en nuevas tecnologías para la industria, los avances en los logros en materia de innovación están asociados con un uso más creativo de los recursos y capacidades tecnológicas existentes en las empresas.

Cuadro 7
Resultados de innovación. Porcentaje de empresas*

Innovación	Agregado	IE	IA	IAep**	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Nuevo producto	57,4	87,0	58,7	N. C.	12,6
Nuevo producto para la empresa	44,0	56,4	46,9	N. C.	0,0
Nuevo producto para el mercado nacional	26,9	61,4	24,5	N. C.	0,0
Nuevo producto para el mercado internacional	4,9	28,1	2,2	N. C.	0,0
Nuevo proceso productivo	88,3	98,6	95,4	N. C.	0,0
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
Nuevo producto	82,0	95,2	90,3	100,0	0,0
Nuevo producto para la empresa	49,0	81,0	41,9	100,0	0,0
Nuevo producto para el mercado nacional	73,0	95,2	85,5	0,0	0,0
Nuevo producto para el mercado internacional	52,0	90,5	53,2	0,0	0,0
Nuevo proceso productivo	64,0	85,7	74,2	0,0	0,0
Nuevo proceso para la línea principal	58,0	85,7	64,5	0,0	0,0
Nuevo proceso para líneas complementarias	33,0	42,9	38,7	0,0	0,0
Nueva organización	71,0	85,7	69,4	66,7	54,5
Nuevas formas de comercialización	66,0	85,7	58,1	100,0	54,5

*El porcentaje se calcula sobre el total de empresas de cada categoría.

**En el caso de la EDT1 no se hizo la distinción entre IA y IAep.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y de la prueba piloto de la EDT2.

En lo referente al segundo punto, el Cuadro 7 permite observar el desplazamiento del liderazgo de las innovaciones de proceso registrado en la EDT1 hacia las innovaciones de producto en la EDT2. En adición a lo anterior, los resultados mostrados por el cuadro en mención revelan la importancia de las innovaciones organizacionales en el conjunto de las empresas estudiadas.

Un intento de explicación conjunta de las dos modificaciones señaladas, y planteada a manera de hipótesis general, es la siguiente: el predominio de las innovaciones de proceso, detectado en la EDT1, está asociado con los procesos de modernización vía importación de bienes de capital, que se presentó en la primera parte de la década de los noventa; por otra parte, el predominio de las innova-

ciones de producto, identificado en la EDT2, así como la presencia importante de las innovaciones organizacionales, están asociadas con la necesidad de usar de manera creativa los recursos tecnológicos existentes como un mecanismo para afrontar la presión de la competencia en un contexto de crisis y de caída de la inversión en nuevas tecnologías.

Lo anterior sugiere que la innovación emergió al final de la década como una alternativa para enfrentar la competencia y superar la crisis. Esta hipótesis parece confirmar la formulada por Mertens (1996), en el plano latinoamericano, según la cual, ante el agotamiento de los procesos de reducción de costos, se tuvo que innovar para enfrentar los desafíos competitivos.

En cuanto al tercer aspecto, el Cuadro 7 señala con nitidez que las empresas con mayores capacidades tecnológicas y de innovación (las IE) cuentan con claras y significativas ventajas en los distintos tipos de innovación estudiados, frente a los restantes grupos de empresas. Cabe resaltar, además, que estas ventajas son más notables en las innovaciones de productos para el mercado internacional, en las innovaciones en los procesos principales y en las nuevas formas de comercialización.

Esa diferenciación en el comportamiento tecnológico de las empresas analizadas indica con claridad que las empresas IE, además de realizar procesos con mayores grados de innovación, son al mismo tiempo las que revelan la mayor preocupación y osadía en términos de los alcances (geográficos) competitivos de las innovaciones obtenidas, esto es, en la búsqueda de mejoría de su competitividad en los mercados internacionales.

A lo anterior debe agregarse que las empresas IE realizan procesos de innovación más formales, al obtener innovaciones como fruto de actividades de I+D; ocupan personal con mejor calificación en esta área; invierten más recursos en estas actividades, y, tal como se verá, tienen una mayor capacidad de relación con el entorno tecnológico y financiero. Ello indica que dichas empresas cuentan con mayores recursos y capacidades y que están mejor organizadas para realizar y obtener mejores resultados por sus esfuerzos innovativos. Esto se complementa con una mayor preocupación por las actividades y las innovaciones organizacionales. Debido a todo lo anterior, es posible afirmar que las IE son empresas cuyas actividades tecnológicas cubren un espectro mayor de áreas y aspectos de la gestión de las empresas y obtienen una gama más amplia de innovaciones tanto duras como blandas.

2.3.3 Los cambios en los impactos de las innovaciones

Para establecer los efectos y los impactos de las innovaciones en las firmas estudiadas se utilizan tres indicadores: (i) la obtención de patentes en el caso de las innovaciones originadas en procesos de I+D; (ii) la venta de servicios tecnológicos por parte de las empresas innovadoras, y (iii) el desempeño económico alcanzado por estas empresas. Dichos indicadores revelan, por una parte, debilidades en los procesos de innovación, que reducen sus impactos, y, por otra, un significativo deterioro en la incidencia de las innovaciones registradas sobre la competitividad de las empresas en la EDT2, en relación con los logros alcanzados en la EDT1.

En cuanto al primer indicador, las patentes, el Cuadro 8 evidencia que las empresas que realizan actividades de I+D (las IE), a pesar de ser las que realizan innovaciones de mayor alcance y complejidad, no las patentan. Esto señala las limitaciones de los procesos de innovación adelantados en el país, especialmente en lo que se re-

fiere a los grados de novedad que expresan; también revela una clara limitación en los impactos económicos derivados de dichas innovaciones para las empresas, en la medida en que las priva de los beneficios de la exclusividad en la explotación económica de los resultados de sus esfuerzos tecnológicos.

Cuadro 8
Distribución de las empresas. Según el grado de innovación*

Grado de innovación	EDT2			EDT1
	Total	Con patentes	I. Org.	
IE	21,0	0,0	90,5	11,3
IA	62,0	1,6	74,2	79,0
IAep**	6,0	0,0	100,0	N. C.
PI	11,0	0,0	72,7	9,7
Total	100,0	1,0	79,0	100,0

*El porcentaje se calcula sobre el total de la muestra

**En el caso de la EDT1 no se hizo la distinción entre IA e IAep.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2.

Con respecto al segundo indicador, las limitaciones señaladas se perfilan mejor cuando se observan los resultados arrojados por el Cuadro 9. Éste muestra, en efecto, los niveles mínimos de venta de servicios tecnológicos de las empresas estudiadas, in-

cluso por las IE; tanto, que son prácticamente inexistentes las ventas de licencias (por patentes, franquicias, *know how*, etc.), las pruebas de laboratorio y aun la subcontratación de servicios, que son los más vendidos.

Cuadro 9
Servicios tecnológicos. Venta de servicios tecnológicos como porcentaje de las ventas de cada categoría

Tipo de servicio	Agregado	IE	IA	IAep	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Inexistente					
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
Venta de licencias	0,000	0,000	0,000	0,0	0,000
Laboratorio pruebas y ensayos	0,019	0,030	0,018	0,0	0,025
Subcontratación servicios especializados	0,083	0,254	0,031	0,0	0,417

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2.

Esa situación señala no sólo las cotas superiores de las capacidades tecnológicas desarrolladas en estas empresas (Malaver y Vargas, 2003), sino que, además, se constituye en un claro obstáculo para la transferencia, difusión e impacto de los desarrollos tecnológicos generados en las firmas industriales en el país.

Los resultados de ambos indicadores (las patentes y las ventas de servicios tecnológicos) son consistentes con los rasgos que caracterizan los procesos de innovación en el país: su carácter imitativo, adaptativo e incremental; su informalidad; su poca capacidad de eslabonamiento tecnológico, y la escasa protección de sus hallazgos, incluso de aquellos que son realizados mediante la I+D (Durán, *et al.*, 1998; Malaver, 2002b, y Malaver, Vargas y Zerda, 2003). Cabe advertir que la informalidad no alude a los procesos de innovación en sí mismos, los cuales, por su naturaleza, contienen

muchos conocimientos tácitos y de informalidad (Langlois, 2000), sino a los aspectos organizacionales y de gestión de esta actividad dentro de las empresas, en las que no se cuenta con departamentos de I+D, con una planeación o agendas de innovación, o con presupuestos regulares para ella.

El tercer indicador evidencia un comportamiento contrario al esperado, en la medida en que señala con claridad que los avances en los resultados de innovación de las empresas analizadas no se han traducido en mejoras en su desempeño económico. El Cuadro 10 muestra, en efecto, que la competitividad internacional, utilizada como indicador de su desempeño económico y evaluada a partir del coeficiente de apertura exportadora de las firmas industriales estudiadas, descendió en la EDT2 en relación con lo hallado en la EDT1. Este descenso fue mayor en las IE, que fueron superadas por las IA.

Cuadro 10
Desempeño económico. Valor de ventas, producción y exportaciones

Desempeño económico	Agregado	IE	IA	IAep*	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Producción	100,0	23,1	69,6	N. C.	7,3
Ventas	100,0	23,8	70,1	N. C.	6,1
Exportaciones	100,0	36,8	38,0	N. C.	25,2
Exportaciones/ventas	13,6	21,1	7,4	N. C.	56,2
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
Producción	100,0	12,5	78,6	2,4	6,5
Ventas	100,0	9,6	80,0	2,2	8,2
Exportaciones	100,0	7,0	88,4	0,0	4,6
Exportaciones/ventas	12,5	9,2	13,9	0,2	7,0

*En el caso de la EDT1 no se hizo la distinción entre IA y IAep.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2.

Tal comportamiento puede deberse a los siguientes factores, planteados aquí a manera de hipótesis que están por validar, en el momento de realizar la EDT2 en todo el país:

- A un sesgo originado en el cambio en la composición de la muestra de empresas estudiadas en las dos encuestas. Debido a ello, el porcentaje de pymes aumentó, en particular en el caso de las IE, que pasó del 61% en la EDT1 al 81% en la EDT2 (Gráfico 1). Este crecimiento estuvo compensado por la caída de las empresas grandes.
- La anterior hipótesis es corroborada por el Cuadro 10, el cual muestra que las empresas de mayor tamaño se concentran en las IA, tal como lo señala su gran y creciente participación en las ventas.
- A la dinámica de la explotación económica de las innovaciones, en particular del proceso exportador. Es posible que las innovaciones recientes no se hayan alcanzado a traducir en aumentos en las exportaciones, las cuales demandan procesos de aprendizaje y consolidación que quizá, en el caso de las IE (compuestas por una gran proporción de empresas pequeñas) no hayan alcanzado a madurar.
- A un débil impacto competitivo de las innovaciones, originado en el hecho de que éstas no desempeñan un papel estratégico en las empresas industriales, tal como ha sido detectado en Malaver, Vargas y Zerda (2003), o en un sentido más general, tal como lo han señalado Lugones y Peirano (2003). Posiblemente éstas se hayan realizado en sectores con tecnologías maduras y mano de obra poco calificada, pequeñas economías de

escala y poca dinámica de los mercados externos.

2.4 El eslabonamiento tecnológico de la industria colombiana

En razón de los vacíos de información existentes en la EDT1, en el análisis de las relaciones establecidas por las empresas para el desarrollo de sus actividades tecnológicas y de innovación no es posible observar los cambios ocurridos en el comportamiento de las firmas industriales en el tiempo transcurrido entre la realización de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2. Por ello, en este último caso se abordarán las diferencias existentes entre los cuatro grupos de empresas considerados. Esto permitirá establecer el nivel y características de los vínculos establecidos entre las empresas y su entorno para obtener sus innovaciones.

En general, las relaciones entre las firmas industriales y el entorno son bajas, tal como lo muestra el Cuadro 11, toda vez que el porcentaje más alto alcanzado es del 31%, para el caso de la obtención de certificaciones de calidad a través del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Esta situación sugiere la poca habilidad de dichas empresas para potenciar sus capacidades mediante la cooperación con otras empresas o las instituciones que promueven el desarrollo tecnológico del sector empresarial.

La articulación de estas empresas con los diferentes actores del SNI es aún menor, según el Cuadro 11. La escasa articulación de las firmas industriales con redes de innovación, especialmente las conformadas a

partir de las instituciones creadas para tal fin, confirma los hallazgos de la EDT1. Esta última encontró que uno de los mayores obstáculos existentes para innovar en la industria colombiana lo constituye el desconocimiento del sistema (Durán, Ibáñez, Salazar y Vargas, 1998).

Al comparar las relaciones establecidas por los diferentes grupos de empresas considerados con el entorno, se encuentra una

gran heterogeneidad. Las empresas que efectúan IE, es decir, las que cuentan con mayores capacidades tecnológicas y de innovación, aventajan de manera sustancial a los restantes grupos, especialmente los conformados por las empresas más débiles en esta materia (las PI y las IAep), tanto en las relaciones con entidades del sector privado como en su articulación con las instituciones que componen el SNI (Cuadro 11).

Cuadro 11
Relación con el entorno. Porcentaje de empresas*

Agentes	Agregado	IE	IA	IAep	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Inexistente					
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
Casa matriz	3,0	4,8	3,2	0,0	0,0
Centro Nacional de Normalización y Metrología	5,0	14,3	3,2	0,0	0,0
Centro Nacional de Productividad	1,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Centros de desarrollo empresarial	22,0	57,1	14,5	0,0	9,1
Centros de desarrollo tecnológico	12,0	23,8	8,1	0,0	18,2
Centros de formación técnica	26,0	28,6	22,6	33,3	36,4
Centros de información para el empleo	11,0	23,8	8,1	0,0	9,1
Centros regionales de información, inversión y tecnología	1,0	4,8	0,0	0,0	0,0
Consultores	12,0	19,0	11,3	16,7	0,0
Corpomixta	1,0	0,0	1,6	0,0	0,0
Empresas relacionadas	4,0	4,8	4,8	0,0	0,0
Grupos y centros de investigación	15,0	14,3	17,7	0,0	9,1
Icontec	31,0	42,9	33,9	0,0	9,1
Incubadoras de empresas	1,0	4,8	0,0	0,0	0,0
Laboratorios	11,0	28,6	8,1	0,0	0,0
Otras empresas	2,0	0,0	3,2	0,0	0,0
Programa Nacional de Calidad	10,0	14,3	11,3	0,0	0,0
Proveedores	24,0	38,1	21,0	0,0	27,3

*El porcentaje se calcula sobre el total de empresas de cada categoría.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2.

Ahora bien, la mayor capacidad de eslabonamiento de las IE para el desarrollo de sus actividades tecnológicas no sólo se expresa en vínculos más intensos con los agentes del SNI, sino también en el esta-

blecimiento de vínculos relacionados con la realización de actividades más complejas. Tal es el caso de la I+D y, en menor grado, con el diseño, según lo muestra el Cuadro 12.

Cuadro 12

Relación con el entorno.

Porcentaje de empresas que se han relacionado con el entorno según objeto*

Objeto	Agregado	IE	IA	IAep	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996					
Inexistente					
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003					
Ensayos	23,0	38,1	22,6	0,0	9,1
Información	31,0	57,1	30,6	0,0	0,0
Capacitación	50,0	76,2	45,2	33,3	36,4
I+D	15,0	33,3	11,3	0,0	9,1
Diseño	6,0	14,3	4,8	0,0	0,0
Asistencia técnica	33,0	52,4	30,6	0,0	27,3
Asesorías	25,0	52,4	21,0	16,7	0,0

*El porcentaje se calcula sobre el total de empresas de cada categoría.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2.

La calidad de las relaciones establecidas con el entorno también refleja el grado diferencial existente en las capacidades de eslabonamiento entre los grupos de empresas. Las que tienen vínculos más intensos (las IE) establecen relaciones más satisfactorias (Cuadro 13). Por el contrario, las que han establecido menores vínculos (PI) expresan menor satisfacción con ellos. De ahí se puede plantear, a manera de hipótesis, que a mayor capacidad tecnológica, mayor capacidad de eslabonamiento y, a su vez, a mayor capacidad de eslabonamiento, menor insatisfacción generan las relaciones con el entorno tecnológico.

El anterior planteamiento no se aplica al acceso a los recursos para financiar las actividades de innovación. Esto parece deberse a dos razones: (i) al poco desarrollo del sistema financiero para la evaluación y aproba-

ción de recursos destinados a sufragar la realización de proyectos de índole tecnológica, situación que por lo demás es similar en otros países latinoamericanos (Pérez, 1996). (ii) A razones coyunturales derivadas de la crisis económica en que se debate el país desde finales de 1998, tal como se colige de los resultados arrojados por la comparación de la EDT1 con la prueba piloto de la EDT2 (Cuadro 14), la cual muestra un notable aumento de las dificultades sufridas por las empresas para obtener financiación para los proyectos de innovación. Por consiguiente, en este frente se encuentra una grave restricción del mercado, agudizada por efectos de la crisis. Esto refuerza la necesidad del fortalecimiento de las políticas públicas específicas y del desarrollo de instrumentos orientados a superar esta barrera para la innovación.

Cuadro 13

Relación con el entorno. Porcentaje de empresas que se relacionaron con el entorno de manera no satisfactoria*

Agentes	Agregado	IE	IA	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996				
Inexistente				
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003				
Centros de desarrollo empresarial	9,1	8,3	11,1	0,0
Centros de desarrollo tecnológico	16,7	20,0	0,0	50,0
Centros de formación técnica	15,4	0,0	21,4	25,0
Centros de información para el empleo	18,2	20,0	20,0	0,0
Empresas relacionadas	50,0	0,0	66,7	0,0
Icontec	16,1	22,2	14,3	0,0
Laboratorios	9,1	16,7	0,0	0,0
Programa Nacional de Calidad	10,0	0,0	14,3	0,0

*El porcentaje se calcula sobre el total de empresas de cada categoría que se relacionaron con el entorno

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2.

Cuadro 14

Dificultades en el entorno. Porcentaje de empresas*

Problemas	Agregado	IE	IA	PI
Encuesta de desarrollo tecnológico 1996				
Formulación del proyecto	4,9	4,8	4,9	5,3
Tiempo del trámite	9,0	9,9	9,1	7,2
Encuesta de desarrollo tecnológico 2003				
Formulación del proyecto	16,0	19,0	16,1	18,2
Tiempo del trámite	35,0	95,2	17,7	36,4
Evaluación técnica y financiera	37,0	66,7	19,4	100,0
Intermediación banca de segundo piso	16,0	52,4	8,1	0,0
Subsidio insuficiente	21,0	52,4	14,5	9,1
Riesgo empresarial	36,0	81,0	27,4	18,2

*El porcentaje se calcula sobre el total de empresas de cada categoría.

N. C.: no calculado.

Fuente: calculado a partir de la EDT1 y la prueba piloto de la EDT2.

3. Una contextualización de los avances en la innovación en la industria colombiana

Los resultados arrojados por el análisis precedente señalan que, no obstante las afugias vividas por efectos de la crisis de la economía colombiana, los cuales se expresan, por ejemplo, en las dificultades para acceder a los recursos financieros, se registran importantes avances en materia de esfuerzos, capacidades y resultados en términos de innovación. Sin embargo, esos avances se deben mirar con especial cuidado, pues se presentan en un país que exhibe notables rezagos en sus esfuerzos tecnológicos frente a países desarrollados, e incluso, frente a países de un similar desarrollo.

La situación relativa del país se puede establecer a partir de dos comparaciones: (i) los esfuerzos tecnológicos adelantados con respecto a países de desarrollo mayor y semejante y (ii) los resultados arrojados por los estudios de innovación realizados en América Latina.⁸

Para empezar, debe advertirse que las economías latinoamericanas adolecen no sólo de tamaños relativos inferiores en su PIB frente a países desarrollados como Estados Unidos y Canadá, sino de esfuerzos tecnológicos sustancialmente menores a los realizados por aquéllos. Por ejemplo, mientras la economía estadounidense supera en cinco veces el tamaño del PIB de la econo-

mía latinoamericana, su inversión en actividades de I+D es 28 veces mayor (RICyT, 2001). Más aleccionador resulta el caso de Canadá, un país cuya población es superada en 16 veces por la de América Latina, y su PIB en dos veces, pero su inversión en I+D es 1,5 veces superior a la realizada por el conjunto de los países latinoamericanos. De esta forma, es apenas natural que el rezago tecnológico de estos países tienda a acrecentarse.

Los resultados arrojados por la contrastación de los esfuerzos tecnológicos relativos hechos por la economía colombiana frente a todos esos países es más sombría. Dichos esfuerzos no sólo son inferiores a los de Estados Unidos y Canadá sino que, expresados en términos del PIB, son inferiores a los realizados por el promedio de los países de América Latina, en una proporción contundente: en la mitad (Cuadro 15). En efecto, mientras un país latinoamericano invierte en promedio 0,48% de su PIB, Colombia invierte apenas un 0,24% del suyo.

⁸ Debido a las limitaciones impuestas por los objetivos perseguidos en el presente artículo, aquí se abordará solamente el primer punto.

Cuadro 15
Los esfuerzos tecnológicos en Colombia. Una visión comparada, año 2000

Países	Cada país	Colombia frente a cada país	
	I+D/PIB	PIB	I+D
Estados Unidos	2,66	116,9	1.303,6
Canadá	1,57	10,5	69,1
América Latina y el Caribe	0,48	22,6	45,8
Brasil	0,78	7,0	22,8
Colombia	0,24	1,0	1,0

Fuente: elaboración propia a partir de la RICyT (2001).

La situación es más crítica si la comparación se efectúa frente a cada país de América Latina, en términos de su PIB y su inversión en actividades de I+D. Mientras su PIB es 22,6 veces inferior al país latinoamericano promedio, su inversión en I+D es 45,8 veces menor. Esta desproporción en sus esfuerzos se torna más significativa al considerar la notable heterogeneidad que caracteriza a las economías de América Latina en esta materia (Albornoz, 2001).

Tanto o más preocupante es la tendencia a la reducción en la inversión en CyT, que se presenta en América Latina desde mediados de la década de los noventa y, desde 1997, en Colombia (RICyT, 2001). Estos resultados confirman, por lo demás, los hallados en otros estudios (Malaver, 2002a), en los cuales se encontró que no sólo se redujeron las importaciones de bienes de capital, sino que dentro de éstos fue mayor la reducción en el caso de la maquinaria y equipo, con lo cual se evidencia que la disminución en CyT incorporada al capital fue mucho mayor que lo que sugieren las cifras agregadas.

En materia de inversión, la situación es doblemente grave. Mientras en países desarrollados, como EE. UU. y Japón, más del

70% de los recursos invertidos en I+D provienen de las empresas, en nuestros países difícilmente alcanzan el 30%. Adicionalmente, están cayendo en los últimos años. Esto es más grave aún si recordamos que para entidades como la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2002) la inversión en I+D efectuadas por las empresas es la que tiene un más rápido y directo impacto competitivo.

En ese contexto puede efectuarse una adecuada lectura de los avances registrados en materia de innovación en la industria colombiana en los años transcurridos entre las EDT. Cambios que, por lo demás, parecen presentar importantes similitudes con los ocurridos en otros países latinoamericanos. Tal es el caso, por ejemplo, de la poca inversión y de la agudización de las restricciones para acceder a los recursos financieros, todo ello en el contexto de un comportamiento defensivo de sus firmas, el cual fue más agudo en el caso colombiano por efectos de la crisis (Lugones y Peirano, 2003, y Malaver, 2002a). Sin embargo, el agotamiento de los procesos de racionalización parece haber estimulado la creatividad y la innovación, para enfrentar

los desafíos competitivos. Ahondar en estos cambios relativos y en las tendencias que subyacen en ellos desborda los objetivos del artículo, pero señala, a la vez, un sugerente filón de análisis para estudios posteriores.

Referencias bibliográficas

- Albornoz, M. 2001. "Política científica y tecnológica. Una visión desde América Latina", en: *Revista...*, n. 1, septiembre-diciembre.
- Barney, J. 1991. "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage", en: *Journal of Management*, v. 17, n. 1.
- Bianco, C.; Lugones, G., y Peirano, F. 2003. *Propuesta metodológica para la medición de la sociedad del conocimiento en el ámbito de los países de América Latina*, Buenos Aires, Redes-Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- _____ y Salazar, M. 2002. *Los indicadores de la sociedad del conocimiento y los indicadores de innovación*, Buenos Aires, Redes-Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- Chica, R. 1998. *Inversión y cambio técnico en la industria manufacturera colombiana*, Bogotá, CEDE, mimeo.
- Dosi, G. 1988. *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Printer Publishers.
- Durán, X.; Ibáñez, R.; Salazar, M., y Vargas, M. 2000. *La innovación tecnológica en Colombia. Características por sector industrial y región geográfica*, Bogotá, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- Durán, X.; Ibáñez, R.; Salazar, M., y Vargas, M. 1998. *La innovación tecnológica en Colombia. Características por tamaño y tipo de empresa*, Bogotá, Departamento Nacional de Planeación.
- Hitt, M.; Ireland, D., y Hoskinson, R. 1999. *Administración estratégica, competitividad y conceptos de globalización*, México, Thomson.
- Jaramillo, H.; Lugones, G., y Salazar, M. 2000. *Manual para la normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá*, Bogotá, OEA/RICyT, Tres Culturas.
- Kline, S. y Rosenberg, N. 1986. "An Overview of Innovation", en: Landau, R. y Rosenberg, N. (eds.). *The Positive Sum Strategy*, Washington, National Academy Press.
- Lall, S. 1994. "Las capacidades tecnológicas", en: Salomon, J. J.; Sagasti, F., y Sachs, C. (comps.). *Una búsqueda incierta, ciencia, tecnología y desarrollo*, México, Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas, Centro de Investigación y Docencia Económicas y Fondo de Cultura Económica.
- _____ 1992. "Technological Capabilities and Industrialization", en *World Development*, v. 20, n. 2, pp. 165-186.
- Langlois, R. 2000. "Knowledge, Consumption, and Endogenous Growth", University of Connecticut, Department of Economics Working Paper Series, Januari.
- Lugones, G. 2000. "¿Manual de Oslo o Manual Latinoamericano? Reflexiones a partir de la Encuesta Argentina sobre Conducta Tecnológica en las Firmas Industriales", en: *Redes*, v. VII, n. 16, diciembre, pp. 11-47.

- Lugones, G. y Peirano, F. 2003. *Segunda encuesta argentina de innovación (98/01). Resultados e implicancias metodológicas*, ponencia presentada en el X Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2003: Conocimiento, Innovación y Competitividad: los desafíos de la globalización, México, 22-24 de octubre.
- Malaver, F. 2002a. "Dinámica y transformaciones de la industria colombiana", en: *Cuadernos de Economía*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, n. 36.
- _____. 2002b. "Un perfil de las capacidades tecnológicas en la industria de artes gráficas, imprentas y editoriales", en: *Innovar*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, n. 20, julio-diciembre.
- _____. y Vargas, M. 2003. "Marco teórico y metodológico para el estudio de casos de innovación", en: Vargas, M.; Malaver, F., y Zerda, A. (eds.). *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos ramas industriales*, Bogotá, Centro Editorial Javeriano (CEJA).
- _____. y Zerda, A. 2003. "La innovación en la industria manufacturera colombiana. Algunos avances y muchos desafíos", en: Vargas, M.; Malaver, F., y Zerda, A. (eds.). *La innovación tecnológica en la industria colombiana*, Bogotá, Centro Editorial Javeriano (CEJA).
- Martínez, E. y Albornoz, M. 1998. "Indicadores de ciencia y tecnología. Balance y perspectivas", en: Martínez, E. y Albornoz, M. (eds.). *Indicadores de ciencia y tecnología. Estado del arte y perspectivas*, Caracas, UNESCO-CYTED-RICYT, Nueva Sociedad.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. 1995. *Shumpeterian Patterns of Innovation are Technology-Specific*, Milano, CESPRI-Universita' Bocconi, wp. n. 83, marzo.
- Mertens L. 1996. *Competencia laboral. Sistemas, surgimiento y modelos*, Montevideo, Cinterfor.
- Naciones Unidas, 1993. *Fomento del dinamismo tecnológico. Evolución de las ideas sobre creación de capacidad tecnológica y competitividad*, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo-UNCTAD.
- Nelson, R. 1991. "Why do Firms Differ, and How does it Matter?", en: *Strategic Management Journal*, v. 12, Chichester, John Wiley & Sons, Ltd., pp. 61-74.
- _____. y Winter, S. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.
- _____. y Sampat, B. 2001. "Las instituciones como factor que regula el desempeño económico", en: *Economía institucional*, Bogotá, Universidad Externado, n. 5, segundo semestre.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) 2002. *Informe sobre el desarrollo industrial correspondiente a 2002/2003. Competir mediante la innovación y el aprendizaje*, Viena.
- Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE), 1996a. *Manual de Frascati. Medición de las actividades científicas y tecnológicas*, París.
- _____. 1996b. *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data-Oslo Manual*, París.
- _____. 1995. *The Measurement of Scientific and Technical Activities. Manual on the Measure-*

- ment of Human Resources Devoted to S&T, "Canberra Manual"*, París.
- Pavitt, K. 1997. "Los objetivos de la política tecnológica", en: González M.; López, J., y Luján, J. (edits.), *Ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Ariel.
- _____. 1984. "Sectoral Patterns of Technical Change. Towards a Taxonomy and Theory", en: *Research Policy*, n. 13, Elsevier Science Publishers B. V., North-Holland.
- Patel, P. 1999. "Measurement and Analysis of Technological Competences of Large Firms", en: *SPRU*, University of Sussex.
- Peirano, F. 2002. "La medición del proceso de innovación. Un desafío permanente", en: *Indicadores de ciencia y tecnología en Iberoamérica Agenda 2002*, s. l., RICyT.
- Pérez, C. 1996. "La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones", en: *Comercio Exterior*, México, v. 46, n. 5, mayo.
- Prahalad, C. K. y Hamel, G. 1990. "The Core Competence of the Corporation", en: *Harvard Business Review*, v. 68, n. 3, pp. 79-91.
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT), 2001. *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos*, s. l.
- Sancho, R. 2002. "Directrices de la OCDE para la obtención de indicadores de ciencia y tecnología", en: *Indicadores de ciencia y tecnología en Iberoamérica Agenda 2002*, s. l., RICyT.
- Schumpeter, J. 1942. *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York, McGraw Hill.
- Tidd J. 2000. *From Knowledge Management to Strategic Competence*, London, Imperial College Press.
- Vargas, M. y Malaver, F. 2003. *Los avances en la medición del desarrollo tecnológico en la industria colombiana*, Ponencia presentada en el X Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2003: Conocimiento, Innovación y Competitividad: los desafíos de la globalización, México, 22-24 de octubre.
- _____. y Zerda, A. (edits.), 2003. *La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales*, Bogotá, Centro Editorial Javeriano (CEJA).