

Innovación y Ciencia

Edición especial • Volumen XIII • Nº 3 • 2006 • Tarifa postal reducida 769 • Colombia \$12.500

Competitividad

CTS+I





[*áce-áce*]

Es una entidad sin ánimo de lucro,
fundada el 9 de octubre de 1970,
que trabaja por el fomento de la
Ciencia y la Tecnología como base
del desarrollo social.

ACAC desarrolla diversos programas
cuyos fines son

integrar a la comunidad científica

y reforzar su compromiso con el

estudio de los problemas del país,

difundir el conocimiento científico,

promover y apoyar la

investigación Científica y Tecnológica

e impulsar programas de apropiación social

de Ciencia y tecnología.

Correo electrónico acac@acac.org.co

www.acac.org.co



VOLUMEN XIII N° 3
EDICIÓN ESPECIAL

JUNTA DIRECTIVA ACAC

Eduardo Posada Flórez

Rubén Ardila

Guillermo Hoyos

Carlos Corredor

Marcelo Riveros

Edgar Alberto Páez

Horacio Torres

Raúl Joya O.

Helena Groot

Walter Ocampo

CIDEIM • Francisco Miranda

MALOKA • Nohora Elizabeth Hoyos

ACCEFYN • Jaime Rodríguez

PRESIDENTE

Eduardo Posada Flórez

DIRECTORA EJECUTIVA

Carmen Helena Carvajal

EDITOR

Eduardo Posada Flórez

EDITOR CIENTÍFICO

Diego Andrés Rosselli

ASESOR ACADÉMICO

Adolfo Naranjo

COORDINACIÓN EDITORIAL

Lorena Ruiz Serna

COMITÉ EDITORIAL

Carlos Corredor

Guillermo Hoyos

Marcela Corredor

Adolfo Naranjo

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

León Lederman

Isabel Llano

Rodolfo Llinás

MAQUETA, DISEÑO

Y PRODUCCIÓN EDITORIAL

Editorial El Malpensante S.A.

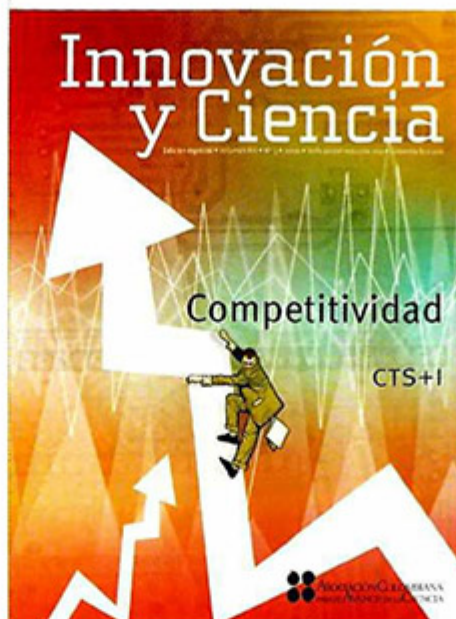
ASISTENTE COORDINACIÓN EDITORIAL

Marisol González

IMPRESIÓN

Panamericana Formas e Impresos S.A.

DISTRIBUCIÓN



CARÁTULA

Susana Carrié

www.adpostal.gov.co

PBX
353 5666

Nuestros servicios
CORREO NORMAL - CORREO CERTIFICADO
POSTAL PRESS - EMS - CORREO EMPRESARIAL
SACAS M - NOTICAPRESS - APARTADOS POSTALES

Subgerencia de Mirandón (1) 353 5666
E-mail: mirandon@adpostal.gov.co
División Mirandón (C) (1) 457 8157

Atención al Cliente
(1) 457 8247/8248/8183
Fuera de Bogotá: 01800 011210/ 011313
E-mail: quejasdc@adpostal.gov.co

Innovación y Ciencia es la revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC.

DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa del Comité Editorial. La publicación no es responsable legal del contenido de la publicidad de cada edición. Los conceptos expresados en los artículos no reflejan necesariamente la opinión de los editores.

Resolución Ministerio de Gobierno N° 5447 del 9 de octubre de 1992.

ISSN 0121-5140

Tarifa postal reducida N° 769 de Adpostal

Vence: diciembre de 2007

ACAC: Cra. 50 N° 27-70, Unidad Camilo Torres, Bloque C, Módulo 3

Telefonos: 3150734 – 3155898 – 3155900

Fax: 2216950

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

Bogotá, D.C., Colombia

● editorial

8



▲ generalidades

Entendiendo la competitividad

Luis Reyes

10

El artículo presenta la definición de competitividad y los factores que determinan la competitividad de las naciones, así como los instrumentos para medirla y los aspectos claves que facilitan la mejora acelerada de la competitividad en los países.

■ innovación

¿Existe un Sistema Nacional de Innovación en Colombia?

Iván Montenegro

20

Los conceptos del Sistema Nacional de Innovación (SNI) asumidos desde mediados de la década pasada en Colombia, giran alrededor de la definición que lo concibe como un espacio creativo de aprendizaje social para generar e intercambiar flujos de información y conocimiento entre los diversos agentes nacionales y regionales, que buscan incrementar la productividad y la competitividad de los sectores productivos, la generación de empleo y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.



Un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: hacia la necesaria integración de la investigación y la innovación

Jorge Robledo Velásquez y Santiago Echavarría Escobar

28

En Colombia se están utilizando frecuentemente los términos “Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología” y “Sistema Nacional de Innovación” de una manera confusa, con consecuencias indeseables para la gestión pública de la ciencia, la tecnología y la innovación. En este artículo se precisa la naturaleza y el alcance de cada término, en tanto que el primero hace referencia a una estructura organizativa con base legal y el segundo a una categoría conceptual asociada a la innovación como fenómeno social sistémico que puede o no ser utilizada desde la política y la gestión. Para superar la confusión, se propone integrar explícitamente la innovación al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, transformándolo en un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, con las respectivas reformulaciones y ajustes en la política, la organización y la normativa, tanto el plano nacional como en el regional.

La innovación en Colombia: 1995-2004

Florentino Malaver Rodríguez y Marisela Vargas Pérez

34

En relación con la innovación Colombia está viviendo una coyuntura especial. En la actualidad se adelantan estudios y propuestas que tienden a convertir la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en un importante instrumento para alcanzar las metas de la Visión Colombia 2019-II Centenario. Para identificar la magnitud de los retos y los esfuerzos requeridos para que la CTI cumpla un papel destacado en la materialización de esa visión, o de

Sumario

Innovación y Ciencia • Edición especial
Volumen XIII • N° 3 • 2006

Un aporte a la discusión sobre los Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación

Paulo Orozco

40

En este artículo se recogen y comentan visiones internacionales sobre la organización de los sistemas nacionales de innovación como herramientas para cambiar los patrones de producción para que el avance económico esté basado en el conocimiento. Se cuestiona un modelo de mejoramiento continuo para el desarrollo de un Sistema Nacional de Innovación y se propone tener en cuenta hacia adelante que el Sistema de Ciencia y Tecnología y el de Innovación son diferentes pero altamente complementarios. Se muestra que tienen tareas y roles distintos, por tanto uno no es el resultado de la evolución del otro.

● **propiedad industrial**

Propiedad industrial en Colombia

Giancarlo Marcenaro Jiménez

46

El tema de la propiedad industrial ha adquirido inusitada importancia en los últimos tiempos debido a la tendencia mundial de la globalización. Cada día es más frecuente que los activos de propiedad industrial representen el mayor valor de las empresas, razón por la cual una de las principales preocupaciones de los empresarios es su reconocimiento y protección en todos los países del mundo. Colombia no puede ser ajena a esta tendencia.

El éxito de la competitividad está en la propiedad intelectual

Claudia Caro y Marcela Ramírez

56

Entre los activos más importantes que posee una empresa se encuentran los activos intangibles, que incluyen los derechos de propiedad intelectual. La creación, identificación, gestión y comercialización de estos derechos, que en general garantizan a su titular la exclusividad de explotación, es un requerimiento necesario para consolidar una ventaja comparativa frente a terceros que no cuenten con un portafolio de propiedad intelectual. Los autores hacen un recuento de los elementos de propiedad intelectual que fortalecen la posición de una empresa conduciéndola a una mejor posición en el entorno socioeconómico, y resaltan la manera como dichos elementos fortalecen la competitividad.



▲ productividad y competitividad

¿Nos compete ser competentes?

Teresa León Pereira

64

Hoy las discusiones sobre la calidad de la educación no son opcionales. La globalización, que afecta a todos los países, tiene implicaciones sobre los sistemas educativos que se encuentran ante la oportunidad y el reto de impulsar procesos formativos de calidad, de rendir cuentas ante la sociedad y de merecer una acreditación, pero ante todo de incrementar permanentemente la capacidad de innovar, de mantenerse competentes y, por ende, auténticamente competitivos.

Planeación y competitividad

Carmenza Saldías Barreneche

70

La planeación y la competitividad están unidas e influyen en la suerte de las empresas, las ciudades y las regiones, que compiten en el escenario global. El argumento central del artículo es que si la planeación es la manera racional de tomar decisiones actualmente y las buenas decisiones generan competitividad, es decir, calidad de vida y desarrollo sostenible, las ciudades, que son las que van a competir en el mundo globalizado, deberán hacer planeación y ésta deberá ser la nueva forma de hacer la política.

Competitividad en el entorno organizativo de las pymes en Colombia

Marleny Cardona Acevedo, Enrique Barriga Manrique y Carlos Andrés Cano Gamboa

76

La competitividad organizacional se construye socialmente en el territorio, y para lograrla se combinan dinámicas internas y externas a la misma. El surgimiento de empresas depende, en gran medida, de la articulación de la estructura productiva entre y con las pequeñas y medianas firmas que les presten servicios o suministren productos en condiciones de eficiencia.

Más productividad y mayor competitividad en las microempresas colombianas

María Lucía Castrillón Simmonds

90

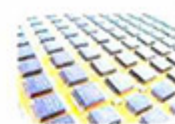
Las microempresas en Colombia comenzaron a proyectarse hacia el desarrollo desde el momento en que iniciaron la ruptura con el encasillamiento en la economía de subsistencia, en donde se les ubicó durante mucho tiempo, lo que se constituyó en una de sus características de identidad.

¿Qué es un Centro de Desarrollo Tecnológico y cuál es la importancia de su existencia?

Francisco Miranda

96

Los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) son una respuesta a la necesidad de transformar las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en un proceso productivo permanente. Sólo con ellos se generan procesos de innovación de manera continua y, por tanto, capaces de aportar al desarrollo del país a partir de ventajas competitivas. Colombia debe ser consciente de su llegada tarde a la utilización del conocimiento dentro de su estrategia de desarrollo y, por ello, para dar un salto cualitativo requiere de financiaciones, planes e inversiones en el desarrollo empresarial y la innovación.



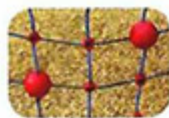
■ experiencias

Centro Nacional de Productividad-CNP

Centro Nacional de Productividad-CNP

Desde sus inicios en 1995 como Centro de Productividad del Pacífico, el hoy reconocido Centro Nacional de Productividad (CNP) está liderado por un grupo de instituciones públicas y privadas regionales y es reconocido como una entidad de conformación mixta y sin ánimo de lucro, cuya misión es apoyar a las empresas de la región en su desafío para mejorar y enfrentarse a los retos de una mayor exposición al comercio internacional. Este centro ha desempeñado un rol vital en la adopción y en la aplicación de herramientas que permitan materializar los principios de la productividad y la competitividad en Colombia.

■ 106



Exploración del potencial biotecnológico de la biodiversidad microbiana

Grupo de Bioprocesos y Bioprospección IBUN

El propósito de este artículo es compartir con los lectores las experiencias acumuladas por el Grupo de Bioprocesos y Bioprospección del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (IBUN), en la búsqueda de caminos para consolidar la investigación y el desarrollo tecnológico, cuyos hilos conductores son el conocimiento y el crecimiento como seres humanos. No basta formular las preguntas de investigación, desarrollar las estrategias para responderlas, buscar el resultado y difundirlo: ello constituye sólo una parte de la investigación; la otra y quizás la más importante es el análisis permanente de los procesos necesarios para consolidar los grupos disciplinarios e interdisciplinarios, mediante la autoevaluación que conduzca al mejoramiento continuo y a la innovación.

■ 114

GRUPO CÓNDROR S.A. Caso exitoso en la implementación de innovación tecnológica en Colombia

Néstor Fabián Santos Nova

Muchas preguntas surgen diariamente en todas las actividades personales y empresariales que motivan el desarrollo de la humanidad. Las preguntas que hacemos diariamente de los fenómenos naturales se convierten en la base para generar el conocimiento científico que orienta hoy el desarrollo de nuestra civilización.

■ 118

Cambio tecnológico para la competitividad de las pymes

Claudia E. Obando Rodríguez

En un país como Colombia cerca del 90% de las empresas corresponden a mipymes. Éstas constituyen una importante fuente de empleo con el 63% del total nacional, generan un 45% de la producción manufacturera y el 37% del valor agregado. Así pues, es preciso analizar más de cerca las condiciones que determinan el cambio tecnológico y el crecimiento de la competitividad en estas organizaciones.

■ 126

Nuevos materiales en forma de recubrimientos para mejorar la productividad del sector industrial

Gilberto Bejarano, Aura Elvira Narváez y Julio C. Caicedo

Con el fin de desarrollar nuevos materiales en forma de recubrimiento para mejorar la eficiencia de las herramientas utilizadas en los procesos de manufactura, el Centro de Desarrollo Tecnológico (ASTIN) del SENA, Regional Valle, bajo la dirección del ingeniero Gilberto Bejarano, asimiló y adaptó la tecnología de la pulverización catódica (fabricación de recubrimientos con ayuda de un plasma) e implementó una moderna planta

■ 130

En enero de 1990 el presidente Virgilio Barco sancionó la Ley 29, llamada comúnmente “Ley de Ciencia y Tecnología”, que desde entonces ha servido como marco legal de las actividades que se desarrollan en el país en ese campo. Si bien la ley sirvió de base para la construcción del actual Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y del posterior Sistema Nacional de Innovación, al igual que para temas como los estímulos tributarios para las inversiones en ciencia y tecnología o su régimen de contratación, su impacto en el desarrollo del país hubiera podido ser mucho mayor de haberse logrado concretar la creación del mecanismo de financiación estable que se propuso en la versión inicial del proyecto de ley. En efecto, por sugerencia del doctor Pedro Amaya, entonces director de Colciencias, se proponía establecer un impuesto sobre las regalías que el país paga por la importación de tecnología destinado a alimentar un fondo manejado por Colciencias para financiar proyectos de investigación y desarrollo.

Desafortunadamente, el Ministerio de Hacienda de ese entonces se opuso enérgicamente a la idea, aduciendo que las rentas de destinación específica estaban en proceso de desaparición y que era mucho más técnico manejar los recursos para una actividad determinada a través del presupuesto nacional. A pesar de algunos intentos para volver a introducir el tema en el Congreso y, en particular, de una oportunidad para negociar con el ministro de hacienda encargado, que fracasó a causa de una cita incumplida por el ponente de la ley en el Senado, no quedó más remedio que ceder en ese punto y dejar el proyecto tal como está hoy, sin mecanismos financieros estables.

Sobra decir que la promesa de que la financiación provendría del presupuesto nacional nunca se cumplió y los recursos asignados al sector de ciencia y tecnología en la última década han dependido únicamente de la importancia que el ministro de Hacienda de turno concede o no a ese tema. A título de ejemplo, el presupuesto de Colciencias para la financiación de proyectos de investigación fue de alrededor de sesenta millones de dólares en 1996, cayó a veinte millones en 2000 y ha vuelto a subir, una década después, a apenas treinta y cinco millones.

No cabe la menor duda de que el incremento de la financiación que se logró en ese entonces contribuyó de manera importante al crecimiento del número de investigadores y de grupos de investigación, que se produjo en los últimos años del pasado milenio. Sin embargo, dado que la actividad científica y tecnológica requiere una financiación estable a largo plazo, la caída que se ha visto en los últimos años, no sólo en el presupuesto de Colciencias sino en la financiación nacional total, puede afectar el proceso de manera grave y hacer que mucho de lo logrado hasta ahora se pierda en un corto plazo. Crear un grupo de investigación toma años. Liquidarlo es cuestión de pocas horas.

El manejo a través del presupuesto preconizado por los economistas ortodoxos tiene sentido en un país que posee políticas a largo plazo lo suficientemente fuertes para resistir los embates de los gobiernos de turno. En países como los nuestros, donde ese ingrediente esencial está ausente, no hay más opción que recurrir a sistemas menos convencionales, como los estímulos tributarios y las rentas de destinación específica.

En Colombia, los recursos parafiscales han permitido que entidades como el SENA, Bienestar Familiar, las cajas de compensación y los centros de investigaciones del sector agrícola desarrollen una útil

y la de la telefonía celular han creado fondos para promover la industria cinematográfica y del deporte, cuyos resultados se ven en los recientes logros en ese campo.

Duele imaginarse dónde estaría hoy el país si en los noventa se hubieran logrado establecer esos mecanismos estables de financiación. Sin lugar a dudas, tendríamos una comunidad científica mucho más fuerte que la actual, un número mayor de grupos y centros de investigación y desarrollo y, aún más importante, un sector productivo mucho más innovador y competitivo, dotado de las herramientas para afrontar con éxito los tratados de libre comercio que se avecinan. Cuántos errores costosísimos en la contratación estatal se hubieran podido evitar de haber tenido en el país un capital humano altamente capacitado que hubiera podido asesorar eficazmente al gobierno en esos campos.

Es lamentable que decisiones tomadas a la ligera, con base en modelos copiados de los países industrializados e implementados sin el esfuerzo de adaptarlos a la realidad nacional, puedan afectar de manera tan grave el desarrollo de un país. Sin temor a equivocarnos, podemos afirmar que Colombia, a causa de lo ocurrido en esa época, perdió por lo menos una década en su desarrollo. No cabe la menor duda de que el subdesarrollo es mucho más un problema cultural y psicológico que un problema económico. De ahí la importancia de desarrollar procesos de apropiación social de la ciencia y la tecnología y llevar a cabo reformas a fondo de la educación en ciencias, para lograr el cambio urgente que se requiere.

En este momento, gracias a los procesos de globalización y apertura en los que el país se ha embarcado, se abren nuevas oportunidades para generar un proceso rápido de consolidación de nuestra capacidad de producir conocimiento. Ojalá el gobierno y el sector industrial entiendan que la inversión en este campo es la mejor garantía para lograr una real competitividad y poder así afrontar con éxito los retos que se avecinan. Esperamos que dentro de unos años no tengamos que decir nuevamente que el país volvió a dejar pasar una magnífica oportunidad para salir del subdesarrollo.

EDUARDO POSADA FLÓREZ

Presidente

CARMEN HELENA CARVAJAL

Directora ejecutiva

| generalidades

Entendiendo la competitividad

Luis Reyes

Ingeniero en Computación y máster
en Administración de Empresas
Gerente de Proyectos del Centro Latinoamericano
para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible
(CLACDS) del INCAE, Costa Rica
luis.reyes@incae.edu

plazo. Pero esto no es todo, otros dos pilares son también fundamentales: i) la competitividad de las empresas que operan en un país, en cuanto a la calidad de su estrategia y procesos, y ii) la calidad del clima de negocios donde estas empresas se desenvuelven, es decir, existencia de recurso humano calificado, disponibilidad de financiamiento, desarrollo de infraestructura, innovación, incentivos a la formación de nuevas empresas, desarrollo tecnológico, estímulo a una competencia abierta y sana, entre otros.

Del buen funcionamiento de estos aspectos micro y en un entorno macro adecuado, se sentarán las bases de la competitividad y el crecimiento de un país en el corto, mediano y largo plazo.

Evidencia empírica sugiere que todos estos factores, en diversos grados, están muy relacionados con altos ingresos y crecimiento económico. El gráfico 1 nos muestra cuán fuerte y positivamente correlacionados están el nivel de competitividad de un país con su ingreso per cápita. Países altamente competitivos como Irlanda, Alemania y Singapur tienen ingresos per cápita (ajustados por la paridad del poder de compra) que superan los US\$ 25 mil. Mientras algunos países, entre ellos varios de América Latina, con problemas institucionales, un parque empresarial poco sofisticado, escaso desarrollo tecnológico y un clima de negocios deficiente tienen ingresos por debajo de los US\$ 3.000.

¿Cómo se mide la competitividad de los países?

Distintas instituciones de alcance local e internacional realizan, con cierta periodicidad, una medición de los diversos aspectos que configuran la competitividad de un país. Estas medidas representan diferentes vistas sobre cuáles variables determinan el desempeño competitivo, cada una, haciendo énfasis en un conjunto de datos particulares y un modelo teórico implícito. Entre los índices más ampliamente difundidos se encuentran los siguientes:

Reporte Global de Competitividad (RGC): El RGC, del Foro Económico Mundial, mide año tras año la competitividad de una muestra de países¹ en el mundo basándose en datos cuantitativos y cualitativos

provenientes de encuestas a ejecutivos de negocios en los países referenciados. La mayoría de los países latinoamericanos están entre los incluidos en el reporte más reciente. El RGC incluye tres índices: i) Índice de Competitividad del Crecimiento, ii) Índice de Competitividad de los Negocios y iii) Índice de Competitividad Global.

Cuando hablamos de la competitividad de un país es importante considerar la estabilidad económica, política e institucional.

La tabla 1 describe cada uno de estos índices y el gráfico 2 presenta los resultados de algunos países de América Latina en el Índice de Competitividad de los Negocios del RGC, 2005-2006.

Índice de Competitividad del Crecimiento (ICC): Mide la competitividad de un país con base en su condición macroeconómica, la calidad de sus instituciones y el nivel de desarrollo tecnológico.

Índice de Competitividad de los Negocios (ICN): Mide la competitividad nacional con base en dos componentes: i) la calidad del ambiente nacional de negocios, y ii) la calidad de las operaciones y la estrategia de las empresas que operan en el país.

Índice de Competitividad Global (ICG): Presenta un marco analítico más sofisticado que los anteriores para medir la competitividad de un país con base en determinantes clave del crecimiento. Este índice se compone de nueve pilares fundamentales, críticos para la productividad y competitividad en las economías nacionales: instituciones, infraestructura, macroeconomía, salud y educación primaria, educación superior y capacitación, eficiencia de los mercados (de bienes, laborales y financieros), el alistamiento tecnológico, la sofisticación de las empresas y la innovación.

La tabla 1 presenta los resultados obtenidos por algunos países latinoamericanos en el Índice de Competitividad en los Negocios 2005-2006.

Índice de Libertad Económica: Este *ranking*, realizado por la Heritage Foundation, se compone de

1. El Reporte Global de Competitividad, 2005-

Tabla 1. Resultados de países seleccionados en el Índice de Competitividad de los Negocios (ICN)

Ranking 2005	País	Operaciones y estrategias de las empresas	Calidad del ambiente de negocios	PIB per cápita 2004 ajustado PPC – US\$
1	Estados Unidos	1	2	39,498
2	Finlandia	9	1	29,305
3	Alemania	2	4	28,889
5	Singapur	14	5	26,799
8	Japón	3	10	29,906
29	Chile	31	29	10,869
49	Brasil	32	52	8,328
50	Costa Rica	34	53	9,887
56	Colombia	49	57	6,959
58	El Salvador	57	56	4,379
60	México	55	62	9,666
61	Panamá	37	68	6,997
101	República Dominicana	88	103	6,761
103	Guatemala	83	104	4,009
106	Nicaragua	110	106	2,677
107	Ecuador	96	108	3,819
113	Bolivia	115	112	2,902

Nota: Los rankings se construyeron con base en una muestra de 117 países. La tabla presenta el ranking general de competitividad de los negocios, así como el ranking de los países en cada uno de sus dos componentes. La posición 1 es la mejor y la 117 la peor.

Fuente: Global Competitiveness Report, 2005-2006, Foro Económico Mundial.

inflación, derechos de propiedad y regulación. Heritage usa diez dimensiones del ambiente del país y asigna un puntaje del 1 a 5, donde 1 es lo mejor y 5 representa el ambiente más desfavorable.

Índice de Competitividad: Este índice es publicado en el Anuario Mundial de Competitividad de la Escuela de Negocios en la Lausanne, Suiza (IMD) y está compuesto por 4 subíndices: rendimiento económico, eficiencia gubernamental, eficiencia en los negocios e infraestructura.

Doing Business: Esta medición, realizada por el Banco Mundial, aunque no es presentada como un índice con valores ponderados de los componentes, resalta los factores microeconómicos que apoyan las mejoras en el clima de negocios. El conjunto de datos está organizado en cinco categorías: iniciar un negocio, flexibilidad laboral, refuerzo de los contratos, crédito y bancarrota. Cada categoría tiene un número de indicadores que en total suman 24.

Además de éstos, existen otros como el Índice de Percepción de Corrupción (IPC) de Transparency International y el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que incluyen diversas mediciones de la competitividad de los países.

La competitividad no es un juego de suma cero, en el sentido que un país no mejora su competitividad a expensas de otro. Sin embargo, en un mundo cada vez más globalizado, aquellos países más competitivos y que ofrezcan las mejores condiciones serán los que atraigan para sí mayor cantidad de inversiones. Los países de América Latina necesitan atraer inversión extranjera para poder desarrollarse y reportes e índices como los mencionados sirven de referencia a inversionistas de todo el mundo para determinar el destino de sus inversiones.

¿Cómo fomentar la competitividad nacional?

No existen fórmulas genéricas que les permitan a los países elevar sus niveles de competitividad y orientarse rápidamente en el camino hacia un desarrollo sostenible; cada país debe buscar su propia fórmula de desarrollo. Es claro también que los países deben trabajar en mejorar los diversos aspectos macro, tanto económicos como institucionales, y los aspectos microeconómicos para lograr una mayor sofisticación de su parque empresarial y mejorar el ambiente de negocios. Sin embargo, en la trayectoria de los países más competitivos han estado presentes los siguientes elementos: i) fomento al empresarismo; ii) fomento de la innovación; iii) políticas de desarrollo de *clusters* de alto potencial han reemplazado políticas tradicionales de selección de industria y iv) la participación público-privada con responsabilidades conjuntas ha sido clave en el impulso de las mejoras.

Empresarismo e innovación

La actividad emprendedora es hoy en día clave para el desarrollo económico y social de las naciones, principalmente en los países emergentes. Los países desarrollados y aquellos que lograron crecimientos acelerados durante las últimas décadas han fomentado el auge de nuevos emprendimientos. En primer lugar, el vínculo público-privado se ha fortalecido para impulsar la creación de programas académicos de corte más empresarial; en segundo lugar, se ha fomentado la creación de parques tecnológicos para investigación e incubadoras de empresas que apoyan a los nuevos emprendimientos en la realización de sus planes de negocio y en temas de gerencia financiera, operaciones, estrategia, mercadeo, etc. También se han creado y fortalecido los mecanismos para facilitar el acceso al financiamiento de los nuevos desarrollos empresariales.

Asimismo, el fomento de la innovación ha sido otra característica distintiva: creación de parques tecnológicos, creación de incentivos —como los créditos fiscales, para favorecer la investigación y desarrollo empresarial— y el estímulo a una

Cada país debe buscar su propia fórmula de desarrollo.

mayor cooperación entre las empresas y las universidades para la investigación. En palabras del doctor Michael Porter, la innovación será el próximo reto para elevar la productividad en la economía mundial en los años venideros. Ya no es la productividad en el corto plazo o sólo poner la casa en orden lo que le va a dar ventaja competitiva a una nación; construir la capacidad para apalancar su crecimiento productivo es, en el futuro, lo que va a darle esa ventaja. Y a fin de cuentas, es la productividad la que determina la capacidad de competencia de una nación y el bienestar de sus habitantes.

Desarrollo de *clusters*

En su libro *La ventaja competitiva de las naciones*, Porter desarrolla el concepto de un *cluster* de empresas para explicar la mayor productividad de empresas de clase mundial. Un *cluster* es definido como un grupo geográficamente próximo de empresas interconectadas e industrias asociadas, en un campo en particular, enlazadas por características y complejidades comunes.

Los *clusters* están formados por: i) proveedores de materiales, componentes, maquinaria, servicios e información; ii) instituciones financieras especializadas; iii) compañías en industrias relacionadas o secundarias (por ejemplo, canales de comercialización); iv) fabricantes de productos o servicios complementarios; v) proveedores de infraestructura especializada; vi) instituciones públicas y privadas que proveen capacitación especializada, educación, información, investigación y apoyo técnico como universidades, centros de investigación y otros proveedores de capacitación técnica; vii) agencias gubernamentales con influencia, es decir, aquellas que fijan normas y están involucradas en la creación de políticas públicas relevantes, y viii) asociaciones comerciales y otras entidades del sector privado.

Gráfico 2. Diamante de Porter

Cuando existen las condiciones adecuadas del clima de negocios se favorece el surgimiento de sectores competitivos, que con un alto grado de innovación y especialización de sus integrantes crea un entorno altamente productivo.

Gobierno

- Un contexto local que incentive la competencia basada en la inversión y en las mejoras sostenidas
- Competencia vigorosa entre rivales locales



- Presencia de recursos de alta calidad y especializados (escasos y difíciles de imitar)
 - Recursos humanos
 - Capital
 - Infraestructura física, administrativa, de información, científica y tecnológica
 - Recursos naturales
- La escasez relativa de algún recurso no es necesariamente desventajosa ya que puede estimular una mayor innovación en las empresas

- Clientes locales sofisticados y exigentes
- Segmentos especializados que pueden servirse globalmente
- Clientes cuyas necesidades se anticipan a las de la región y otras áreas

- Presencia de proveedores locales capaces y de compañías en áreas relacionadas
- Intercambio continuo de información, ideas e innovaciones
- Clusters en lugar de industrias aisladas

Fuente: M. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, 1998.

El estudio de Porter enlaza el éxito de las industrias con factores sistémicos asociados con la competitividad. Las empresas competitivas son más propensas a surgir y son más productivas donde existen *clusters* de compañías relacionadas o competidoras y donde varias condiciones adicionales estén presentes. Estas condiciones están popularizadas en el llamado "Diamante de Porter" (gráfico 2).

Existen diversos ejemplos de formación de *clusters* en el mundo: biotecnología en Boston, irrigación en Israel, vinos en Francia, lácteos en Nueva Zelanda, software en California, logística en Panamá, turismo en Costa Rica, textiles en Colombia, entre otros. Lo relevante es que estos sectores no se han desarrollado porque la política industrial de los países lo haya decidido así, sino porque diversas razones han permitido que emerjan de manera natural.



Participación público-privada

Los esfuerzos para mejorar la competitividad no son potestad exclusiva de los gobiernos. Éstos requieren el compromiso y la participación de los otros actores relevantes del quehacer nacional: los empresarios, los medios de comunicación, las instituciones de formación y capacitación, los *think-tanks*, los organismos de cooperación internacional, ONG y la sociedad civil organizada. La apropiación debida y el concurso de todos estos actores públicos y privado, es lo que permite en gran medida agilizar, concretar e institucionalizar los esfuerzos de mejora.

La ventaja competitiva de una compañía es el resultado de un ambiente local y también de la inversión privada.

El gobierno, como ente central del sector público, tiene una amplia responsabilidad en el desarrollo de políticas públicas que apoyen el desarrollo de *clusters* y la competitividad. En este sentido, se identifican cuatro líneas estratégicas de acción para el gobierno: i) impulsar agendas nacionales de competitividad; ii) mejorar el clima nacional de negocios —entorno macroeco-

nómico, político, microeconómico y ambiental—; iii) apoyar a *clusters* específicos identificando aquellos con potencial de desarrollo y financiando la inversión inicial de los procesos, y iv) promover la inversión extranjera directa.

Por su parte, tomando en cuenta que la ventaja competitiva de una compañía es parcialmente el

puede asumir un papel activo en el mejoramiento de la infraestructura local; puede apoyar los proveedores locales y atraer nuevas inversiones de suplidores; puede trabajar de cerca con instituciones de educación e investigación y facilitar el intercambio para la investigación y desarrollo conjuntos, y puede proveer al gobierno con información e insumos sustantivos sobre temas de regulación y limitantes para el desarrollo de los *clusters*.

Asimismo, existen llamadas "áreas grises" donde el esfuerzo público o privado por sí solo no brinda frutos, y es aquí donde el espacio para la cooperación público-privada es fundamental. Temas de desarrollo de infraestructura productiva y educación y capacitación son áreas claras para este tipo de cooperación.

Nuevamente, no existen fórmulas. Sin embargo, el denominador común de todos estos esfuerzos es que ellos fomentan la mayor productividad entre los actores económicos, que son, a fin de cuentas, la base para el crecimiento económico sostenible.

Referencias bibliográficas

Gran parte de los textos sobre definición de competitividad, medición y *clusters* presentados en este artículo fueron producto de un esfuerzo combinado del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible (CLACDS) del INCAE, que culminó con la elaboración de un CD-ROM titulado *Current Issues in the Design of Competitiveness Policies: A Knowledge media tool*.

Condo, A., Ramírez, J. S., Reyes L. (2003), *Balance competitivo de Costa Rica 2002-2003*, Costa Rica, INCAE-CLACDS.

Condo, A., Revilla, J. (2002), *Balance competitivo de Panamá 2002*, Costa Rica, INCAE-CLACDS.

Condo, A., Trejos, A. (2001), *Competitividad empresarial en Centroamérica*, Costa Rica, INCAE, Harvard University.

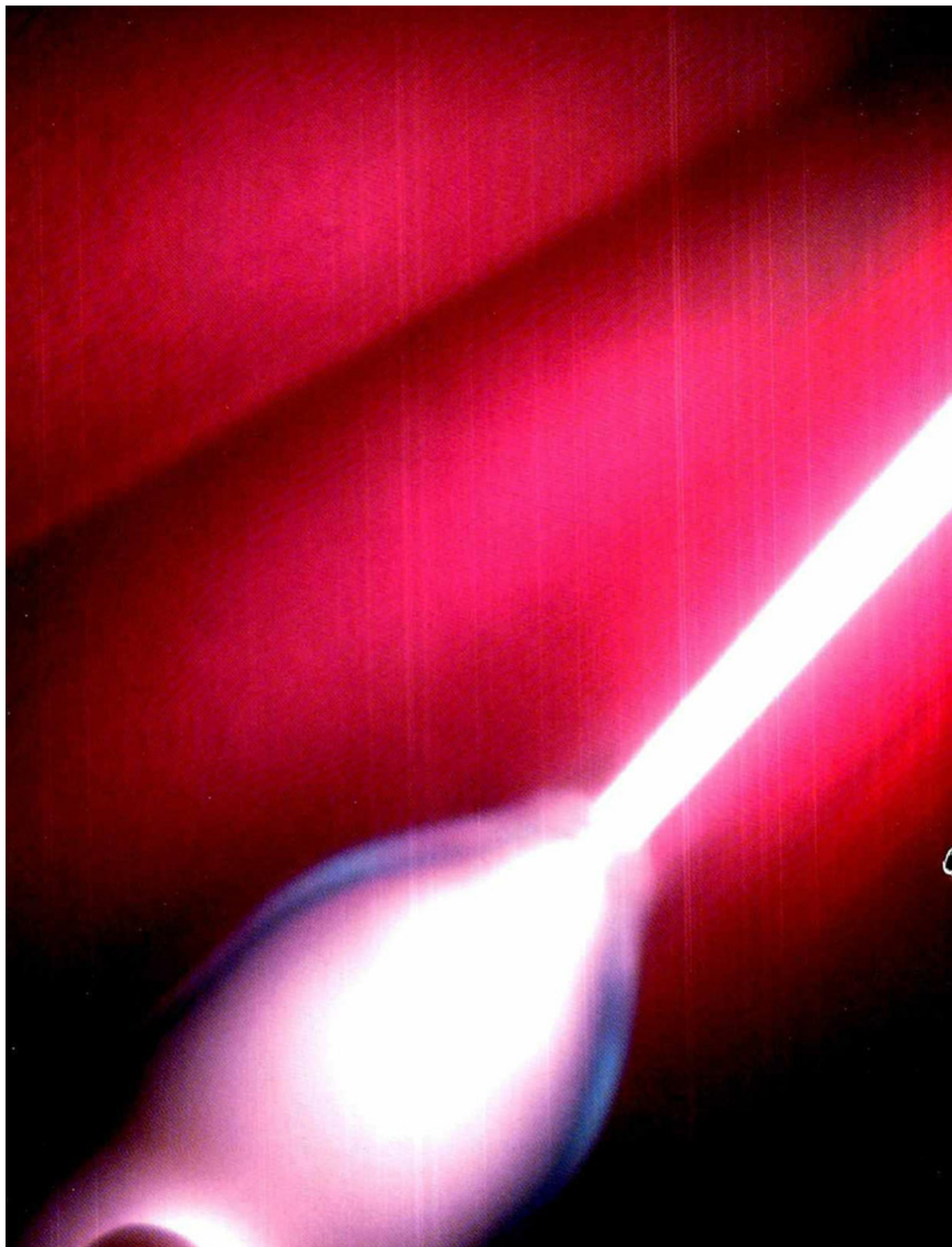
James Fox, (2003), "Competitiveness Promotion and Clusters in Colombia and El Salvador" en Louis Berger, Banco Interamericano de Desarrollo.

Maggi, C. y Chrisney, M. (2004), "Institutions to Promote Competitiveness" en Banco Interamericano de Desarrollo.

McFetridge, Donald G. (1995), *Competitiveness: Concepts and Measures*, Occasional Paper No 5, Canadá.

Porter, Michael (1998), *The Competitiveness Advantage of Nations*, Nueva York, Free Press.

USAID (2003), *Promoting Competitiveness in Practice. An Assessment of Cluster-Based Approaches*, Washington, Mitchell Group Inc.



A glowing red and white beam of light originates from the left side of the frame, extending diagonally upwards and to the right. The beam is bright white at its tip, which is surrounded by a soft, ethereal glow. The rest of the beam is a vibrant red, fading slightly as it moves away from the light source. The background is a deep, dark black, speckled with tiny white dots, resembling a starry night sky or a microscopic view. On the far left edge, there are four small, circular white marks, possibly representing rivets or mounting points on a dark surface.

Innovación

sistema (SNI)

¿Existe un Sistema Nacional de Innovación en Colombia?

Iván Montenegro Trujillo

Ingeniero Industrial. Diploma en estudios avanzados (DEA) en Ciencias Políticas. Asesor de Colciencias en la Subdirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico inventos@colciencias.gov.co



Laboratorio de robótica, Pontificia Universidad Javeriana.

Una respuesta a la pregunta del título depende del concepto del Sistema Nacional de Innovación (SNI) que se adopte. En el presente artículo se presentarán algunos elementos del estado del arte de la discusión sobre el concepto del SNI, plantearemos una hipótesis para la respuesta, se describirán algunos hallazgos provenientes de fuentes secundarias sobre algunas de las relaciones entre los actores de un sistema y, finalmente, se propondrán algunos temas de investigación sobre el Sistema Nacional de Innovación en nuestro país.

Los conceptos del SNI asumidos desde mediados de la década pasada en Colombia, giran alrededor de la definición que lo concibe como un espacio creativo de aprendizaje social para la generación e intercambio de flujos de información y conocimiento entre los diversos agentes nacionales y regionales, en la búsqueda por incrementar la productividad y la competitividad de los sectores productivos, la generación de empleo y el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Otra definición útil para nuestros propósitos es, de acuerdo con Metcalfe, “Un conjunto de instituciones que —de manera individual o colectiva— contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías. Esas instituciones proveen el marco en el cual los gobiernos diseñan e implementan políticas para influenciar el proceso de innovación. Así, se trata de un sistema de instituciones interconectadas para crear, almacenar y transferir el conocimiento, destrezas y artefactos que definen las nuevas tecnologías” (Glaever, 2005).

Hay que agregar que no todos los académicos y los diseñadores de política entienden siempre lo mismo por tal. Los hay quienes resaltan el ámbito nacional del SNI, y los que subrayan los aspectos sectoriales o subnacionales. Hay que destacar que cierta indefinición y flexibilidad del concepto ha hecho posible su adaptación simultánea tanto al mundo académico como al mundo de las políticas públicas. Y esta última característica está presente desde el origen mismo del concepto, en los años ochenta en

1. Un objeto de frontera es aquel que se sitúa entre

El desarrollo conceptual se ha adelantado a partir de una comunidad epistémica, en la cual una tendencia —uno de cuyos líderes es el profesor Edquist— está intentando fortalecer las bases teóricas, y otra que busca mantener la flexibilidad del concepto —liderada por los profesores Smith y Nelson—, lo cual se relaciona con el interés de las comunidades académica y gubernamental, respectivamente. Se debe subrayar que el origen práctico del concepto se produce a partir de las manifestaciones de la globalización en cuanto a nuevas tendencias económicas, tecnológicas y en cambios en las demandas de consumidores, lo cual indujo a Escandinavia y a otros países del Norte de Europa a reaccionar ante aquellas, mediante una aproximación amplia que incluye consideraciones económicas, técnicas, políticas y sociales que sustentaron el concepto de Sistema Nacional de Innovación.

En el plano académico, a comienzos de los ochenta varios académicos empiezan a reaccionar frente a lo que se consideran las limitaciones de la escuela neoclásica para explicar la innovación y el cambio

técnico. Freeman (2002) y Lundvall insisten en este punto, planteando el debate a nivel macro y destacando, el primero, que la principal área del concepto del SNI que debe ser fortalecida es la teoría macroeconómica. Es conveniente, entonces, tener conciencia de que el concepto de SNI se introdujo para competir y, de ser posible, reemplazar la teoría macroeconómica neoclásica (Sharif, 2006).

Desde una perspectiva sistémica en cuanto a las relaciones con un sistema de ciencia y tecnología, se podría plantear que los Sistemas son subsistemas de los Sistemas Nacionales de Innovación. Esto porque la innovación es un fenómeno que integra la ciencia y la tecnología con las necesidades y los requerimientos de la sociedad, y para ello convoca los aportes de otros subsistemas sociales, como el que tiene que ver con los mercados de capitales y financieros, la capacitación y el entrenamiento, los sistemas de propiedad intelectual, los sistemas de

normas y calidades, etc.². Lo anterior justificaría, incluso, que la denominación apropiada fuera Sistema Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología, lo cual da cuenta además de la importancia mundial otorgada a la innovación como eje inductor del desarrollo de los países; tal es el planteamiento del Millenium Project (2005).

Uno de los estudios pioneros en Colombia sobre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación muestra que uno de los mayores problemas de su funcionamiento es su bajo grado de interacción de los actores en cuanto al muy limitado número de interacciones y a su baja frecuencia (Monroy, 2004). Ello es el resultado de severas dificultades, como la falta de una visión a largo plazo, la precaria concertación de políticas públicas, el escaso apoyo de las distintas instancias estatales y los recursos financieros insuficientes, entre otros.

El denominado subsistema facilitador —conformado por entidades estatales— cuenta con actores que no poseen unidad de criterio, no lo interpretan adecuadamente; además, no se ha evaluado con



© COLECCIONES

Investigación en banano. Augura.

Los subsistemas científico, tecnológico y productivo cuentan con un importante potencial pero su nivel y calidad de interacción es bajo, lo cual conduce a desaprovechar los beneficios de las sinergias posibles. En el subsistema financiero la banca pública ha iniciado su apoyo a los actores del sistema, pero la banca privada está prácticamente ausente del proceso de desarrollo tecnológico.

Una hipótesis que apunta a responder la pregunta formulada en el título es ésta: existe un sistema débil, sustentado en los esfuerzos del sector privado de la grande y mediana empresa por el desarrollo tecnológico que lo ha inducido a realizar actividades de innovación y desarrollo tecnológico al interior de las empresas o apoyando centros de desarrollo tecnológico, el sector público ha establecido algunos instrumentos de política de apoyo a la innovación que se han utilizado de manera muy limitada, y en razón a que se considera, en círculos muy reducidos todavía, que un sistema nacional de innovación puede ser la base de un cambio de paradigma en el modelo de desarrollo del país.

Una hipótesis rival (Yin, 1999) se formula así: no existe un sistema nacional de innovación en Colombia debido a la debilidad, escasa calidad, poca frecuencia de las relaciones entre los actores y agentes de un sistema. Debido, asimismo, a la poca pertinencia del conocimiento generado en las instituciones de educación superior y similares, la modesta dinámica de la transferencia nacional e internacional de tecnología, y los obstáculos de tipo cultural frente a la concepción de la innovación y la ciencia como fundamentos de la nueva economía y sociedad del conocimiento.

La consolidación de un SNI puede seguir un modelo general o adquirir características idiosincrásicas, fruto ello de un juicioso estudio de las necesidades específicas del país en cuanto a la modernización y a la modernidad. Aquí valga acaso tener en cuenta que en la dimensión cultural (Jaramillo, 1998) hay que aludir, desde finales del siglo XIX, al sincretismo entre una constitucionalidad confesional, que otorgaba a la iglesia católica romana la orientación y control de la educación, y la posible libertad para el desarrollo de la ciencia. La enseñanza de la ciencia ha estado impregnada de rasgos dogmáticos y de una concepción utilitarista que habría impedido en nuestro medio su apropiación y dificultado que las ciencias en Colombia contribuyeran a la modernidad.

Hacia el futuro deben tenerse en cuenta dos hechos: el primero es que en la época actual la innovación adquiere un sentido prioritario debido al hecho de que las leyes fundamentales de la ciencia son conocidas, lo cual justifica que el esfuerzo humano deba enfocarse a la realización de invenciones antes que a intentar nuevos descubrimientos científicos (Glaeser, 2005). Este aserto adquiere mayor énfasis en los países en desarrollo, en los cuales los esfuerzos en ciencia e innovación deben contextualizarse en los problemas, necesidades y oportunidades. En segundo lugar, dada la creciente brecha tecnológica y educativa con relación a los países industrializados, y por el hecho de no contar con las capacidades científicas e innovativas para lograr el alcance, *catch up*, es preciso fortalecer la gestión público-privada de la transferencia internacional de tecnología, lo cual imprimirá un sello específico a un SNI colombiano, que refleje también una conciencia de la valorización de la riqueza potencial de la biodiversidad.

A continuación se alude a algunos hallazgos en el estado de las relaciones entre algunos actores del sistema.

Vinculación universidad-sector productivo³

En Colombia el grado de colaboración entre empresas y departamentos de investigación y desarrollo de universidades es aún muy bajo. No obstante el modesto avance en la vinculación, cabe destacar algunas acciones y campos de trabajo, como la actuación de comités conjuntos universidad-empresa en

Los sistemas nacionales de ciencia y tecnología son subsistemas de los sistemas nacionales de innovación.

3. Basado en: Red Gisi-Colciencias (2005), "Gestión de la integración social de la investigación", en *IES colombianas*, Bogotá; y Ascun (2004). "Las políticas universitarias para la promoción de vinculaciones con el

universidades y empresas desde hace más de una década. Se han realizado acciones de promoción con las empresas para ejecutar este tipo de proyectos y los de investigación enfocados a necesidades regionales. Se han adoptado políticas de certificación de laboratorios universitarios en varias instituciones de educación superior. Se evidencia también la iniciación de funciones de las Oficinas de Transferencia de los resultados de la investigación, Otrís, o estructuras similares, en varias universidades.

En el campo de la gestión de las vinculaciones cabe mencionar: la informatización de la investigación incluyendo la administración de los proyectos conjuntos con empresas y la adopción de sistemas de calidad en los procesos de gestión y aprobación de proyectos. En el área de la propiedad intelectual: la difusión interna de conceptos. También cabe referir la participación de estudiantes en actividades conjuntas con empresas.

Los principales vacíos en políticas y prácticas de la vinculación entre universidad y empresa son: poco conocimiento práctico sobre costeo, valoración, fijación de precio y negociación de tecnologías. Existen estatutos de propiedad intelectual, pero en la práctica operan pocas de las instancias técnico-legales. En pocas universidades parece estar funcionando satisfactoriamente la incentivación económica y académica para los docentes investigadores que adelantan proyectos con empresas, aunque hay interés en hacer revisiones al respecto.

Teniendo en cuenta que una de las funciones fundamentales en la vinculación de la universidad con el sector productivo es la formación de personal, hay que subrayar un cuello de botella en el proceso de innovación cual es el descenso en la formación de personal de pregrado en algunas áreas de la ingeniería y de las ciencias básicas y naturales necesarias para este campo, hecho que ya ha generado efectos negativos en las actividades de innovación.

Con el fin de proyectar la investigación universitaria hacia la sociedad se recomienda, en primera instancia, adoptar dos mecanismos: el primero, capacitación en regulaciones y actividades que se aso-

cian con la integración del conocimiento a la sociedad como la administración y la comercialización de la tecnología, la propiedad intelectual, las formas de negociación y otras. Otro medio para favorecer la vinculación y la integración social de la investigación es profundizar la exigencia de procesos de comu-

nificación y difusión de resultados de proyectos de investigación, teniendo en cuenta los derechos de propiedad involucrados.

De otra parte es necesario, desde la planeación de los proyectos de investigación e innovación, comprometer a las empresas y los grupos sociales a los que se pueden transferir sus resultados. Las estructuras de gestión de las vinculaciones universitarias existentes y las que se creen en el futuro deben acordar la transferencia de resultados y tecnología, con antelación a la ejecución de los proyectos y ajustados a las necesidades de las empresas y de la sociedad en general.

Un proceso de cambio planeado de la educación superior deberá tener muy presente, con visión a largo plazo, los actuales y futuros requerimientos de un SNI, en cuanto a profundizar la vinculación con el sistema productivo y la multi y la interdisciplinariedad (Rojas, 2005).

Centros de Desarrollo Tecnológico⁴

Según la definición internacional de Centros de Desarrollo Tecnológico o centros tecnológicos, CDT, en Colombia apenas una tercera parte de ellos cumplen con los requisitos estipulados en aquella, es decir, que adelanten investigación y desarrollo tecnológico y realicen transferencia de tecnología. De otra parte, la experiencia de una década en la actuación de los CDT demuestra que no es posible lograr su autosostenibilidad y que, en algunos de ellos, como fruto de su afán de supervivencia, se ha desvirtuado su

4. Basado en el estudio de evaluación de los CDT y los CRP en proceso de realización por parte de Coruniversitaria y el Consejo Intersectorial Cor-

La banca internacional está prácticamente ausente del proceso de desarrollo tecnológico.



Empresa Exiplast. Proyecto de innovación con el apoyo de Colciencias.

El insuficiente e inestable apoyo estatal a estos centros es una de las razones para su modesto grado de consolidación. Una cuarta parte de ellos son centros de talla internacional apoyados por el Estado a través de una política específica.

Los centros que han recibido apoyo privado desde su constitución y aquellos que se financian con recursos parafiscales están entre los centros que tienen un mayor grado de consolidación. Buena parte de éstos no cuentan con un umbral básico de personal científico técnico de planta ni con la infraestructura requerida para cumplir su misión.

Las fortalezas de los centros tienen que ver con su relación próxima con el sector empresarial; algunos de ellos cuentan con personal idóneo, su nivel de producción es de talla internacional y poseen alianzas internacionales. Las debilidades se expresan en las deficiencias del equipo y laboratorios, la carencia de personal de planta con la formación adecuada para el cumplimiento de la misión y la ausencia de actividades de I&D en ciertas áreas consideradas estratégicas, como la alimentación y la hortofrutícola.

Las ventajas de los centros se derivan de la integración comercial, la existencia de una demanda de modernización tecnológica de subsectores y la riqueza de la biodiversidad. Algunos disponen de mayor tecnología que los de los países vecinos. Las amenazas se expresan en la competencia por los recursos públicos que no cubren un umbral mínimo de los costos fijos, la variabilidad de sus ingresos en función de la coyuntura y la creciente brecha tecnológica que distancia a estas entidades de las tendencias internacionales.

En Colombia no se cuenta con una política actualizada relacionada con el impulso de parques tecnológicos, concebidos como proyectos-negocios en los cuales confluyen centros de desarrollo tecnológico, incubadoras de empresas de base tecnológica, dependencias universitarias y empresas na-



Jóvenes emprendedores. Del laboratorio al mercado nacional: subproductos de cáscara de naranja.

Relaciones de los empresarios con actores del SNI

Los primeros cuadros de salida de la II Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico muestran que el grado de conocimiento, en 2004, de las empresas industriales de las fuentes de cofinanciación del sector público era así: el 27,9% de ellas conocía Fomipyme, 38,5% conocía la fuente SENA, y el 50,5% conocía las fuentes de Colciencias. El grado de conocimiento de dichas empresas de las fuentes de financiación del sector público —acceso a crédito— en 2004 era: el 29,4% conocía la línea Bancoldex-Colciencias, el 34% conocía la línea Expopyme Multipropósito.

Asimismo, es posible identificar la dimensión de las interacciones de los actores del SNI, pues apenas el 0,37% de las empresas industriales utilizaron, en 2004, fuentes de financiación provenientes de las universidades y el 0,18% fuentes provenientes de los centros tecnológicos, lo cual corrobora el problema de las

escasas interacciones entre los actores del sistema.

Esta debilidad presente en las vinculaciones con otros actores de algunos subsistemas del SNI puede deberse a que, según la encuesta mencionada, el personal ocupado por la industria posee un nivel educativo muy precario, constituyéndose en un obstáculo para su modernización tecnológica: el 67% es personal con niveles de primaria y secundaria, el 15% posee formación de técnicos y tecnólogos, el 0,23% son personas con título de maestría y únicamente el 0,05% del personal son Ph.D. Se precisa un cambio radical en la estructura de los niveles educativos a fin de posibilitar el desarrollo tecnológico a partir de un mayor empeño por establecer desde la empresa vinculaciones permanentes y de calidad con los demás actores.

Conclusiones

La verificación definitiva de las hipótesis planteadas requiere, en primer lugar, una precisión previa de las características específicas del concepto de sistema de innovación requerido en el país, en razón

Un sistema nacional de innovación puede ser la base de un cambio de paradigma en el modelo de desarrollo del país.

de los antecedentes culturales, la dotación de recursos de la biodiversidad, el nivel de desarrollo del sistema productivo, la autarquía de las universidades, la escasa inversión de las pymes en innovación y desarrollo tecnológico, la conciencia sobre la evolución de las políticas públicas de ciencia y tecnología en América Latina y, en general, la

modesta inversión total en investigación, desarrollo tecnológico e innovación con relación a la dimensión de la economía colombiana.

Se requiere, en segundo lugar, adelantar un trabajo de investigación a partir de la información

aplicación de una encuesta al sector de servicios —20 subsectores a 10.000 empresas— para estudiar el grado y la calidad de las interacciones de los empresarios con los actores del SNI. Para complementar el estudio de estas interacciones hay que aplicar instrumentos adicionales.

Con el propósito de profundizar en el entendimiento de las vinculaciones entre algunos actores, por ejemplo universidad-sector productivo, se requiere combinar métodos cualitativos y cuantitativos, en los cuales además de la inferencia estadística se realicen estudios de caso compuestos que permitan lograr generalizaciones analíticas convergentes o no con aquella.

Estas labores de investigación del SNI contribuyen en firme a animar una reflexión nacional amplia que, como se observa, tiene profundas implicaciones en la concepción y gestión de renovadas políticas de desarrollo nacional.

Referencias bibliográficas

DNP, DANE, Colciencias (2006), *Innovación y desarrollo tecnológico en la industria manufacturera Colombia 2003-2004*, Bogotá.

Freeman, Chris (2002), "Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth", en *Research Policy* 31, 2002: 191-211.

Gjaever, Ivar (2005), "The Nobel price and the Future of Science", Bogotá.

Jaramillo V., Rubén (1998), *Colombia: la modernidad postergada*, Bogotá, Argumentos.

Millennium Project (2005), *Innovation: Applying Knowledge in Development*, Londres, UNDP.

Monroy V., Sonia Esperanza (2004), "Nuevas políticas y estrategias de articulación del sistema de ciencia, tecnología e innovación colombiano", Universidad Nacional, Proyecto para tesis de grado de maestría, Bogotá.

Red Gisi-Colciencias (2005), "Gestión de la integración social de la investigación", en *IES colombianas*, Bogotá,

ASCUN (2004), "Las Políticas Universitarias para la promoción de vinculaciones con el sector empresarial", en *I&D*, Bogotá.

Rojas B., Gustavo (2005), *Modelos universitarios*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Fondo de Cultura Económica.

Sharif, Naubahar (2006), "Emergence and development of the National Innovation System concept", en *Research Policy* 35, 2006: 745-766.

Yin, Robert K. (1999), "Rival Explanations as an Alternative to Reforms as 'Experiments'" en *Cosmos Corporation*, Bethesda.

© COLCIENCIAS



Laboratorio de metrología.

integración

Hacia la necesaria integración de la investigación y la innovación

Jorge Robledo Velásquez, IM, MSc, Ph.D.

Profesor Universidad Nacional de Colombia,
sede Medellín

jroble dov@unal.edu.co

Santiago Echavarría Escobar, IP, MSc

Director Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia

sechavarria@cta.org.co

Introducción: descoordinación institucional y confusión conceptual

Los colombianos hemos venido siendo testigos de una preocupante descoordinación institucional en materia de gestión pública de la ciencia, la tecnología y la innovación. El documento Conpes 3280 de abril de 2004 describe bien este problema en lo referente a las políticas e instrumentos de desarrollo empresarial, pero no resuelve sus problemas conceptuales ni hace una propuesta sobre cómo superarlo. Dicho documento concluye con un plan de acción y unas recomendaciones que demandan el trabajo conjunto entre el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT), Colciencias y el Sena para elaborar propuestas que mejoren la coordinación institucional (tanto nacional como regional), los esquemas operativos, la circulación de información, la evaluación y seguimiento de programas, y la evaluación y difusión de resultados e impactos.

Sin embargo, no es claro que tales propuestas se hayan producido ni menos implementado. Por el contrario, seguimos observando los mismos niveles de descoordinación institucional y la aparición de propuestas no condensadas, como la reciente intención del Sena de crear un Sistema de Innovación y Emprendimiento, y la propuesta de Colciencias de crear un Ministerio de Ciencia y Tecnología. De continuar así, sin duda se acentuará la descoordinación institucional y se profundizarán las fisuras de nuestra incipiente estructura organizacional para la ciencia, la tecnología y la innovación, con la consecuente agudización de las ineficiencias e incoherencias de que habla el documento Conpes al hacer el diagnóstico de los instrumentos de apoyo al desarrollo empresarial (Departamento Nacional de Planeación, 2004: 15).

Creemos que esta Torre de Babel institucional representa problemas en aspectos que tienen que ver con prioridades políticas, estrategias públicas y elementos culturales y paradigmáticos. Además, creemos que esta situación obedece, en buena parte, a la inexistencia de referentes conceptuales rigurosos y compartidos que conformen una sólida estructura de pensamiento sobre la cual se construyan las políticas, la organización y los instrumentos públicos de fomento y promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación. Es aquí donde participan conceptos como “Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología” y “Sistema Nacional de Innovación”. De aquí en adelante, revisaremos brevemente estos conceptos, su naturaleza y relación, así como las implicaciones que su correcto entendimiento y aplicación tienen sobre el diseño organizacional para la gestión pública de la ciencia, la tecnología y la innovación en los ámbitos nacional y regional, basándonos en el trabajo que hemos adelantando en el Programa Territorial para la Innovación y el Desarrollo Tecnológico de Medellín y Antioquia¹.

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

En Colombia, a semejanza de muchos otros países, se ha adoptado un enfoque sistémico para entender y orientar las dinámicas del desarrollo de la ciencia y la tecnología. Es así como el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (en lo sucesivo, SNCYT) —cuyas instancias de dirección y coordinación fueron creadas por el Decreto-Ley 585 de 1991—, constituye el marco institucional legal para la actuación pública en materia de ciencia y tecnología. A la cabeza de este sistema está el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, instancia directiva y de coordinación que es apoyada temáticamente por los Consejos de Programa Nacional (o Área), y es asesorada por los Comités para el Desarrollo de Estrategias, de los cuales se destaca el Comité de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología. Este sistema nacional prevé una dimensión regional encabezada por los Consejos, Comisiones o Comités Regionales de Ciencia y Tecnología, a través de los cuales se sitúa, haciendo referencia a la región an-



1. Iniciativa del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) respaldada por Colciencias en el municipio de Medellín y el departamento de Antioquia; y en las Universidades Nacional, sede Medellín y Pontificia



La estructura organizacional del SNCYT que se adoptó por ley respondió a varios criterios de diseño institucional, entre los cuales figuran:

- La intención de convertir la ciencia y la tecnología en factores de desarrollo de alta pertinencia para todas las entidades del Estado, fortaleciendo su presencia principalmente en el Departamento Nacional de Planeación (DNP), en los diferentes ministerios del país y en las entidades de gestión pública regionales.

- Un enfoque sistémico que reconozca la importancia de la actividad de múltiples agentes y que, por tanto, sea “abierto” y “no excluyente”, y del cual formen parte “todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, independientemente de la institución pública o privada o de la persona que los desarrolle” (Decreto-Ley 585 de 1991, artículo 4).

- La necesidad de crear espacios más propicios para la interlocución y coordinación entre las entidades gubernamentales con responsabilidades en materia de ciencia y tecnología.

- La importancia de una activa participación de los empresarios y los investigadores en las instancias de gestión pública de la ciencia y la tecnología y, por tanto, en la formulación, implementación y evaluación de las políticas públicas y sus instrumentos.

- La conveniencia de crear un marco normativo y organizacional que propiciara una efectiva y eficiente actuación de las organizaciones gubernamentales en actividades de ciencia y tecnología.

- La necesidad de abrir canales unificados para que las distintas entidades gubernamentales ejecuten sus presupuestos destinados al desarrollo científico y tecnológico a través de las instancias del

SNCYT, ganando en eficacia, eficiencia y coherencia.

Según nuestro análisis, tanto los criterios de diseño como la estructura organizacional del SNCYT siguen siendo fundamentalmente válidos en la actualidad. No obstante, la innovación empresarial emergió luego como un objetivo de política pública con suficiente fuerza,

La innovación empresarial emergió como un objetivo de política pública con suficiente fuerza, identidad propia y espacio presupuestal.

identidad propia y espacio presupuestal, para ameritar una revisión conceptual, organizativa y normativa del SNCYT, que sólo se dio de manera parcial y, quizás, algunas veces, en la dirección equivocada.

El Sistema Nacional de Innovación

La noción de Sistema Nacional de Innovación (SNI) como concepto de alto poder explicativo de las dinámicas territoriales de desarrollo fue introducido por Freeman (1987) y Lundvall (1988). La definición de Freeman hace énfasis en las interacciones institucionales, refiriéndose al SNI como una red de instituciones de los sectores público y privado, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías. Las propuestas de Lundvall, por su parte, desarrollan el concepto en su dimensión de aprendizaje colectivo, como un sistema social cuya actividad central es el aprendizaje interactivo entre las personas.

En Colombia, desde mediados de la década del noventa, se viene utilizando el término Sistema

en materia de innovación tecnológica. Esta aproximación conceptual ha sido ratificada posteriormente en varios documentos de política, hasta el punto en que podemos afirmar que la innovación tecnológica con un enfoque sistémico es hoy una dimensión permanentemente visible de la política científica y tecnológica nacional.

La relación entre el SNCyT y el SNI

Una vez establecidas ambas nociones (SNCyT y SNI), no tardaron en surgir confusiones conceptuales con implicaciones nocivas para la gestión pública y la aplicación de instrumentos de fomento. Los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología se dividieron, de forma inconveniente, entre Programas de Ciencia y Tecnología propiamente dichos y Programas de Innovación, restringiendo a estos últimos el acceso a las modalidades de recuperación contingente para financiar proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D), y a los primeros el acceso a las modalidades de cofinanciación y crédito con incentivo a la innovación tecnológica. De esta manera, se produjo una separación teóricamente frágil y perjudicial entre ciencia y tecnología, por un lado, e innovación, por otro.

En paralelo se produjo la entrada del Sena, impulsada por la Ley 344 de 1996, al escenario de la financiación pública del desarrollo científico y tecnológico nacional (sobre todo en lo que la ley denomina "Programas de Competitividad y Desarrollo Tecnológico Productivo"), seguido del entonces Ministerio de Desarrollo Económico (a través del Fomipyme) y luego del Ministerio de Comercio Exterior (a través del Programa Nacional de Productividad y Competitividad —PNPC—). Estos cambios institucionales se produjeron sin que se consolidara simultáneamente una política nacional de ciencia, tecnología e innovación, se ajustara el esquema organizativo del SNCyT y se reformaran las normas legales.

Así las cosas se empezó a hablar del SNI como una estructura organizacional distinta al SNCyT; supuestamente, este último estaría más orientado hacia la investigación científica que se realizaba en las universidades y en los centros de investigación, con Colciencias como su entidad rectora y financiera, mientras que el SNI estaría volcado a la innovación y al desarrollo tecnológico de los sectores empresariales, con los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT), los Centros Regionales de Productividad (CRP) e Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT) como sus "operadores", y el Sena, el Fomipyme, el PNPC y, en alguna medida, Colciencias, como sus fuentes financieras básicas de origen público, que se complementaban con la actuación que en esta misma materia desarrollaban independientemente otros ministerios.

Frente a esta situación, cabe preguntarse si es correcto insistir en una separación de ambos sistemas, formalizando su independencia y garantizando su relacionamiento mediante las decisiones y las acciones pertinentes en lo político, normativo y organizacional, o, por el contrario, orientar estas decisiones y acciones a la consolidación de un único sistema que integre tanto las dimensiones científicas y tecnológicas como las innovativas. Nuestra propuesta favorece esta última opción, sobre la base teórica de la fuerte relación que debe existir entre la investigación científica y tecnológica y la innovación, tal



Se produjo una separación teóricamente frágil y perjudicial entre ciencia y tecnología, por un lado, e innovación por otro.

La relación entre la investigación y el desarrollo experimental (I+D) y la innovación

En la actual sociedad del conocimiento, la innovación adquiere una especial relevancia, en tanto sistema (social, abierto y complejo) que produce y transforma el conocimiento científico y tecnológico en riqueza económica, bienestar social y desarrollo humano. Las actividades que se requieren para ello son diversas, al igual que los agentes que las llevan a cabo. Dichas actividades no sólo son de tipo científico y tecnológico, sino también productivas y de mercadeo (OECD, 2005). Sin embargo, en todos los modelos de innovación es clara la importancia que para la misma adquiere la I+D, como aquella actividad científica y tecnológica responsable de la generación y aplicación creativa del conocimiento. Actualmente, desde una perspectiva sistémica, es indiscutible la importancia del papel que cumplen en los sistemas de innovación dinámicos aquellas instituciones que acumulan capacidades significativas de investigación, como las universidades y los centros de investigación.

Esta relación cada vez más estrecha, sistémica y compleja entre la I+D y la innovación para la creación de riqueza económica, bienestar social y desarrollo humano es objeto de un creciente interés, como se puede observar en la Declaración de Budapest (UNESCO, 1999) y, en un sentido más académico, en el trabajo de Gibbons y otros (1994) sobre el Modo 2 de producción de conocimiento científico.

Una de las claras conclusiones que emergen de aquí es la necesidad de insistir en contextos integradores, no fragmentadores, de la I+D y la innovación. Otra conclusión es que para que el SNCYT incorpore la innovación en sus objetivos tendría que ampliar su cobertura, incluyendo ciertas actividades no científicas y tecnológicas que hacen parte de la innovación.

Conclusión: el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCT+I)

Retomando y ampliando elementos centrales de las anteriores secciones, podríamos decir que el actual SNCYT tiene una definición y unas instancias de dirección y coordinación establecidas por la ley. En este sentido, puede entenderse como un instrumento organizacional con base legal para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. El SNI, por su parte, es una aproximación conceptual al entendimiento de las dinámicas socioeconómicas de la innovación. Los sistemas de innovación existen porque hoy dinámicas innovativas, aunque sean escasas, con poca interacción entre agentes, etc., como algunos sugieren que sucede en nuestro país. El concepto de SNI, tal como lo introdujeron Lundvall y Freeman, no presupone una alta dinámica innovativa, ni mucho menos haber sido creado por ley. Tanto es así

que Freeman utiliza este concepto para explicar las diferencias del desarrollo económico de grupos de países del Sudeste Asiático (con alta dinámica innovativa) y Latinoamérica (con baja dinámica innovativa). Son, por tanto, dos categorías de naturaleza distinta. Sin embargo, en el país ha surgido una confusión que

La innovación transforma el conocimiento científico y tecnológico en riqueza económica, bienestar social y desarrollo humano.

conduce a establecer una relación de pares entre ambas. Tal confusión ha llevado, incluso, a generar rivalidades institucionales y a profundizar las fisuras de nuestra incipiente estructura organizacional para la ciencia, la tecnología y la innovación. Para superar la confusión, en este artículo proponemos una solución sugerida de tiempo atrás a través de Colciencias: se trata de transformar el actual SNCYT en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCT+I), consolidando una macro-organización volcada a generar de conocimiento científico y tecnológico. Esta transformación haría posible la riqueza económica, el desarrollo social y el bienestar humano, asegurando la necesaria integración



logía e innovación, ajustar el esquema organizativo del actual sistema y reformar las normas legales que lo soportan.

De esta manera, el nuevo SNCT+I incluiría explícitamente la innovación como objetivo de gestión pública de manera integral con la ciencia y la tecnología, y el SNI (y su dimensión regional) podría seguirse usando en tanto sea pertinente como categoría conceptual que contribuya a entender y transformar las dinámicas de la innovación.

Referencias bibliográficas

Departamento Nacional de Planeación (2004), *Documento Conpes 3280*, Bogotá.

Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. R.; Silverberg, G. y Soete, L. L. G. (eds.) (1998), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publishers.

Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter Publishers.

Gibbons, M.; Nowotny, H.; Limoges, C.; Schwartzman, S.; Scott, P. y Trow, M. (1994), *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Thousand Oaks, California, Sage Publications.

Lundvall, B-Å. (1988), "Innovation as Interactive Process: From User Producer Interaction to the National Systems of Innovation", en: Dosi, G. et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres: Pinter Publishers.

OECD (2005), *Oslo Manual: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, Revisión 3, París.

UNESCO (1999), *Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge*, Versión adaptada por

Indicadores

La innovación en Colombia: 1995-2004



Florentino Malaver Rodríguez

Economista UPTC y magíster en Economía de la Universidad Nacional; profesor asociado de la Pontificia Universidad Javeriana; director del Grupo de Investigación Cinnco, reconocido por Colciencias en categoría A.

e-mail: fmalaver@javeriana.edu.co.

Marisela Vargas Pérez

Economista e ingeniera industrial de la Universidad de los Andes; investigadora del ocyt; miembro del Grupo de Investigación Cinnco; profesora de la Pontificia Universidad Javeriana.

e-mail: mvargas@ocyt.org.co.

En relación con la innovación Colombia está viviendo una coyuntura especial. En la actualidad se adelantan

estudios y propuestas que tienden a convertir la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en un importante instrumento para alcanzar las metas de la Visión Colombia 2019-11 Centenario. Para identificar la magnitud de los retos y esfuerzos requeridos para que la CTI cumpla un papel destacado en la materialización de esa visión, o de cualquier otra política de desarrollo nacional, es indispensable establecer dónde estamos. Este artículo quiere contribuir a ello. Para tal fin analiza indicadores que brindan información sobre los avances de la innovación en el país desde 1995, año en que “se crea” el Sistema Nacional de Innovación.

1. Los avances en la innovación en Colombia: 1995-2004.

En el ámbito internacional las patentes constituyen el indicador más importante para establecer tanto la dinámica como el grado de desarrollo de la innovación en un país. Al respecto, la evolución de las patentes ilustra una significativa debilidad de la innovación en Colombia (cuadro 1). Debilidad que se expresa en los siguientes hechos:

i) El promedio de innovaciones patentadas por residentes en Colombia es muy inferior al registrado en los países latinoamericanos e ínfimo frente al de Estados Unidos.

ii) En Latinoamérica y Estados Unidos, el número de patentes otorgadas a sus residentes crece de manera paulatina, mientras que en Colombia decrece a un ritmo pronunciado.

iii) Entre los años 2000 y 2002 el país obtuvo 0,4 patentes por cada millón de habitantes. Este número

Cuadro 1. Evolución de las patentes otorgadas a residentes del país. Número promedio por subperiodos

Países	93-95	96-99	00-02
Colombia	78	45	15
América Latina	2.536	2.716	3.947
Estados Unidos	55.012	71.752	86.339

Fuente: Malaver y Vargas (2005).

definido por el Foro Económico Mundial para diferenciar a los países que tienen en la innovación su principal fuente de crecimiento y competitividad, de los (menos desarrollados) que dependen de factores como los desarrollos institucionales, la estabilidad macroeconómica y la transferencia de la tecnología.

De ese modo, la evolución de las patentes indica que son pocas las innovaciones obtenidas en el país con un grado de novedad significativo, y que en la utilización del conocimiento como fuente de competitividad nos estamos alejando cada vez más de los estándares internacionales mínimos. Pero acudir sólo a este indicador puede inducir al error de pensar que en el ámbito de la innovación, “no pasa nada”. Para evitar esa distorsión, se vio la necesidad de desarrollar indicadores que capten las especificidades de las innovaciones generadas en América Latina (Jaramillo *et al.*, 2000). Esto lo hicieron Durán y otros (1998), quienes propusieron indicadores útiles para los propósitos de este artículo.

Con el fin de establecer la evolución de la innovación entre 1995 y 2004, analizaremos los resultados de la primera y segunda encuesta sobre desarrollo tecnológico e innovación en la industria colombiana, adelantadas en 1996 (EDIT I) y en 2005 (EDIT II). Para clasificar a las empresas de acuerdo con las innovaciones obtenidas retomaremos las categorías creadas por Durán y otros (1998), con los ajustes de Malaver y Vargas (2006). Éstas son:

actividades orientadas a obtener algún desarrollo tecnológico.

- *Empresas potencialmente innovadoras (EPI)*. Aquellas que han obtenido desarrollos tecnológicos, pero que son novedosos sólo para la propia empresa;

- *Empresas innovadoras en sentido estricto, EIE*. Aquellas que han obtenido innovaciones patentadas como producto de actividades formales de Investigación y Desarrollo (I+D), y que son novedosas para el mercado internacional o que, en su defecto, cumplen con dos de las tres condiciones anteriores.

- *Empresas innovadoras en sentido amplio (EIA)*. Aquellas que han obtenido productos o procesos nuevos o mejorados, que son novedosos en el mercado en que compiten y que no cumplen con las dos condiciones exigidas para ser EIE.

Los resultados arrojados por las encuestas mencionadas muestran un importante avance en la innovación en el sector industrial. Así lo ilustra en el cuadro 2 el aumento del porcentaje de empresas innovadoras, que del 49,2% pasó al 57,3% entre 1995 y 2004. Esto se debió al tránsito de empresas potencialmente innovadoras a innovadoras en sentido amplio. Ello explica gran parte del ascenso (del 40,5% al 51,5%) de estas últimas. Tan significativa mejora es ensombrecida, sin embargo, por la disminución de las empresas innovadoras en sentido estricto, esto es, las empresas que obtienen las innovaciones de mayor envergadura.

La comparación de los resultados

Cuadro 2. Evolución de la innovación en Colombia 1995-2004
(en porcentajes)

Tipo de empresa [*]	Participación [%]		Etapa del desarrollo tecnológico
	EDIT 1	EDIT II	
EIE	8,7	5,8	Generativa
EIA	40,5	51,5	Imitación creativa
Empresas innovadoras	49,2	57,3	
EPI	28,1	22,1	Duplicativa
ENI	22,7	20,5	
Empresas no innovadoras	50,8	42,6	
TOTAL	100	99,9	

(*) EIE: Empresas innovadoras en sentido estricto. EIA: empresas innovadoras en sentido amplio. EPI: empresas potencialmente innovadoras. ENI: Empresas no innovadoras.

Fuente: Elaborado a partir de EDIT I (1996) y EDIT II (2005).

Cuadro 3. Evolución de la innovación en Bogotá 1995-2004
(en porcentajes)

Tipo de empresa [*]	Participación [%]		Etapa del desarrollo tecnológico
	EDIT 1	EDIT II	
EIE	5,8	9,1	Generativa
EIA	36,4	39,8	Imitación creativa
Empresas innovadoras	42,2	48,9	
EPI	23,2	20,2	Duplicativa
ENI	34,6	30,8	
Empresas no innovadoras	57,8	54	
TOTAL	100	100	

(*) EIE: Empresas Innovadoras en sentido Estricto. EIA: empresas Innovadoras en sentido amplio. EPI: empresas Potencialmente Innovadoras. ENI: Empresas No Innovadoras.

Fuente: Elaborado a partir de EDIT I (1996) y EIBYC (2005)

los mostrados para esta Región en 1996 por la EDIT I, corrobora los avances registrados en la industria nacional, pues tal como lo ilustra el cuadro 3 en la región también se registró un significativo aumento de las empresas innovadoras.

El cuadro en mención también confirma que la proporción de empre-

región (el 30,8%) no adelantaban ningún tipo de actividad tecnológica, eran ENI. En el polo opuesto, el importante aumento registrado en la década en el porcentaje de empresas innovadoras, se debió al significativo incremento de las empresas innovadoras en sentido estricto.

las empresas; muestran, por otra parte, que los mayores niveles de innovación son de producto, en particular en los once que son nuevos en el ámbito internacional. Por el contrario, las mejoras en los procesos son más numerosas pero tienen novedad sólo para las propias empresas, y no se registran procesos nuevos para el ámbito internacional.

Los resultados analizados señalan, en síntesis, que entre 1995 y 2004 hubo importantes progresos en la innovación industrial en Colombia, pero se avanzó poco en la obtención de innovaciones con alto grado de novedad y de alcance internacional.

Otra lectura de esos resultados, hecha a la luz de las tres etapas del desarrollo tecnológico por las cuales han transitado los países de reciente industrialización (Malaver y Vargas, 2005), indica que en el año 2004:

i) Entre el 42% y el 51% de las empresas se encuentra en la *fase duplicativa*, esto es, se limitan a copiar procesos y productos o hacen desarrollos sólo para sí misma (cuadros 2 y 3).

ii) Entre el 40% y 52% se halla en la etapa de *imitación creativa*, es decir, copia los productos y procesos y los

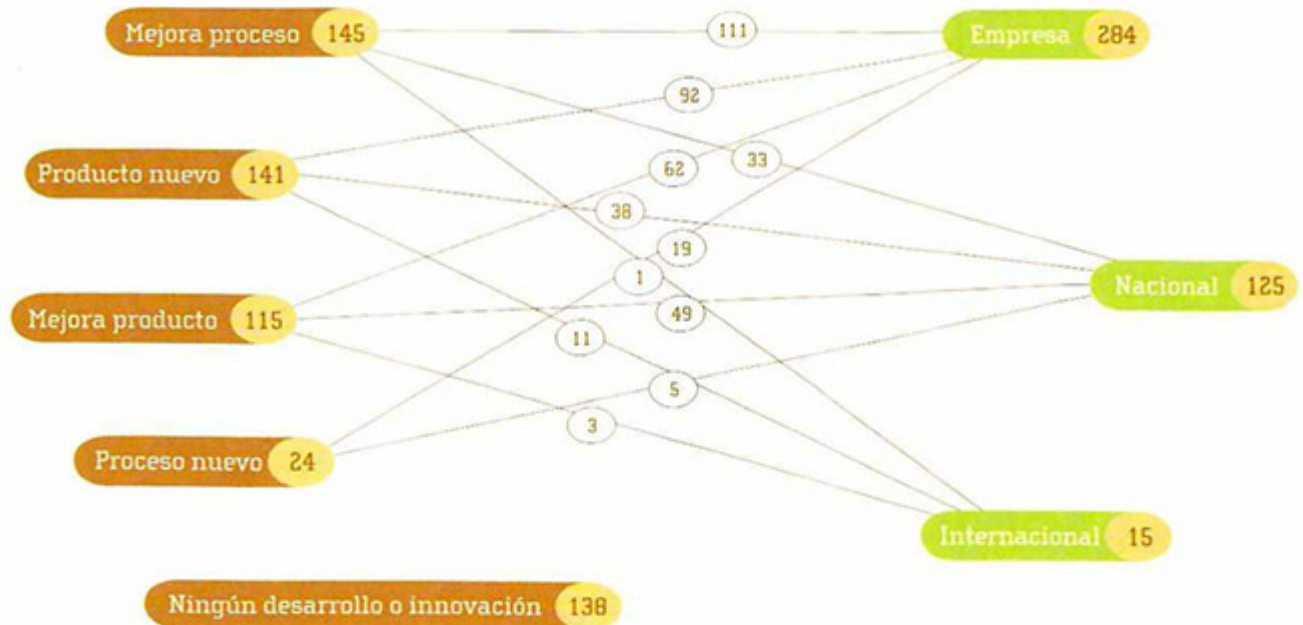
La evolución de las patentes indica que son pocas las innovaciones obtenidas en el país con un grado de novedad significativo.

sas innovadoras era y es menor en la región que en el ámbito nacional. Por ello, pese a su incremento todavía no representan el 50%, mientras que en el país bordean el 58% (ver cuadro 2). Tanto o más significativo es que en el año 2004 cerca de la tercera parte de las empresas manufactureras de la

El aumento de las empresas más innovadoras de Bogotá y Cundinamarca no debe mirarse, sin embargo, con excesivo optimismo. Así lo sugiere, por ejemplo, la indagación efectuada por la EIBYC de las dos principales innovaciones de cada una de las empresas industriales innovadoras. Los resultados de este ejercicio se sintetizan en el gráfico 1. Estos muestran, de una parte, que sólo 15 de esas innovaciones, equivalentes al 3,5% del total, tienen alcance internacional, mientras que el 67% de los desarrollos

1. Esta encuesta fue realizada por la Cámara de Comercio de Bogotá y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología durante el primer semestre de 2005. Sus resultados

Gráfico 1. Relación entre tipo y grado de innovación, y su alcance en el mercado



ciones con bajos grados de novedad y alcance en los mercados.

iii) Apenas entre el 5,8% y el 9,1% de las empresas se encuentra en la *fase generativa*, esto es, desarrolla productos y procesos que son nuevos y que, además, lo son para el mercado internacional.

Adicionalmente, debe advertirse que un mínimo porcentaje de empresas obtiene sus innovaciones como producto de actividades de I+D y cuenta con infraestructuras para realizar estas actividades, lo cual explica que sea ínfimo el número de innovaciones patentadas. Por ello, aun en los productos y procesos nuevos es bajo el grado de novedad y, como se vio, también es bajo su alcance internacional. De esta manera, las empresas que se encuentran en la fase generativa están apenas al comienzo de esta fase y, por lo tanto, todavía están lejos de lograr que el uso creativo del conocimiento y de la innovación sea una de sus fuentes de capacidades para competir con solvencia en los mercados

2. Competitividad e innovación en las empresas industriales

Algunos estudios de caso a profundidad realizados en el país² concuerdan en que los procesos de innovación en la industria en Colombia se caracterizan por: su alto grado de informalidad y la escasez de actividades formales de I+D; su carácter puntual, episódico y reactivo; su origen en la atención a necesidades específicas de los clientes, en la solución de problemas y contingencias técnicas y en el aprovechamiento de oportunidades de mercado. Cabe advertir que esos rasgos contribuyen a explicar por qué la mayor parte de las innovaciones realizadas en la industria manufacturera del país tienen bajos grados de novedad y de alcance en el ámbito geográfico de

2. En particular el estudio sobre la industria de artes gráficas de Malaver (2002) y el estudio realizado por la Red de Estudios sobre la Innovación, en el que participaron 10 uni-

los mercados. Por lo demás, la mayoría de dichos rasgos, encontrados en estudios cualitativos, son confirmados por la reciente Encuesta de Innovación en Bogotá y Cundinamarca.

Tanto la encuesta como los estudios mencionados también coinciden en que los procesos de innovación no son fruto de ejercicios de planeación estratégica, ni la tecnología y la innovación son fuentes de ventajas competitivas para las empresas industriales, es decir, no tienen un carácter estratégico. Incluso en las empresas innovadoras, la tecnología y la innovación cumplen un papel funcional de apoyo para materializar las decisiones estratégicas tomadas.

Finalmente, debe advertirse que tanto el manejo de la tecnología como las innovaciones obtenidas han contribuido y, en no pocos casos, han sido fuente principal de liderazgos competitivos de las empresas innovadoras en el mercado nacional. Sin embargo, el perfil tecnológico y las características señaladas de los procesos de innova-

para competir con éxito en los mercados internacionales, que exigen capacidades tecnológicas e innovaciones con mayor grado de complejidad, novedad y alcance.

3. A manera de conclusiones

En el decenio comprendido entre 1995 y 2004 se registraron importantes avances en el ámbito de la innovación en Colombia. Sin embargo, esos avances se revelan insuficientes frente a los

de la capacidad generativa, que permita enfrentar las exigencias de los mercados internacionales y generar ventajas competitivas sostenibles.

Ese es uno de los mayores desafíos de política, si se pretende convertir a la ciencia, a la tecnología y a la innovación en particular, en los fundamentos del desarrollo productivo, social y competitivo del país. Por fortuna, en el período aquí analizado se combinaron sustanciales desarrollos institucionales, en las capacidades y en los incentivos, que se tradujeron en aumentos significativos

Sólo 15 de esas innovaciones, equivalentes al 3,5% del total, tienen alcance internacional.

requeridos para transitar de un desarrollo tecnológico centrado en la imitación creativa hacia un mayor fortalecimiento

en la cantidad y calidad de las investigaciones y las publicaciones realizadas en el país (Malaver y Vargas, 2005). Ese

es un ejemplo de los logros obtenidos en el ámbito de la política de CTI. Logros similares no serán siquiera pensables en el campo de la innovación si el actor central, la empresa, no se compromete a usar de manera creativa su conocimiento y a convertir a la innovación en fuente principal de su competitividad.

Referencias bibliográficas

Durán, X., Ibáñez, R., Salazar, M., Vargas, M. (1998), *La innovación tecnológica en Colombia: características por tamaño y tipo de empresa*, Bogotá, Departamento Nacional de Planeación.

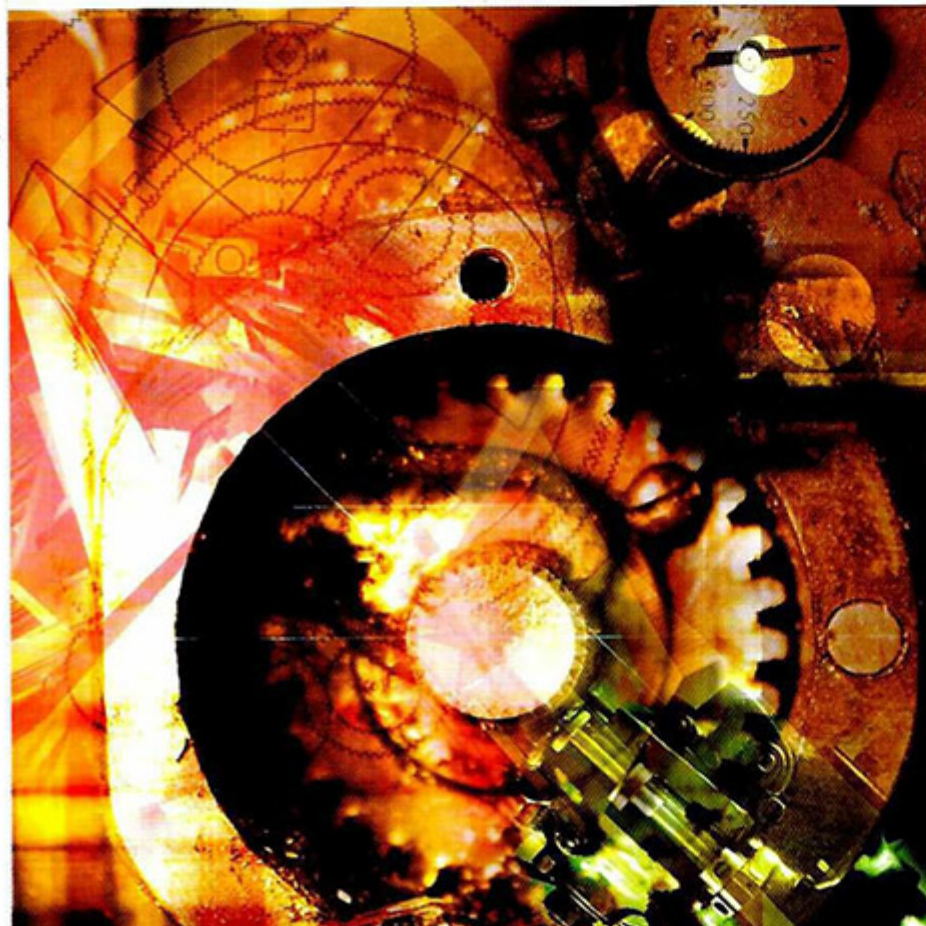
Jaramillo, H., Lugones, G., y Salazar, M. (2000), *Manual para la normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá*, OEA/RICYT, Bogotá, Tres Culturas Editores.

Malaver, F. (2002), "Un perfil de las capacidades tecnológicas de la industria de artes gráficas", en *Innovar*, N° 20, Universidad Nacional, Bogotá, julio-diciembre, pp. 55-81.

Malaver, F. y Vargas, M. (2004), "Hacia una caracterización de los procesos de innovación en la industria colombiana: Los resultados de un estudio de caso", en *Cuadernos de Administración* v. 17, N° 28, Bogotá, Universidad Javeriana, julio-diciembre, pp. 9-51.

Malaver, F. y Vargas, M. (2005), "Las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Colombia 1990-2005: sus logros, fracasos y desafíos", en *Cuadernos de Administración* v. 18, N° 30, Bogotá, Universidad Javeriana, julio-diciembre, pp. 39-78.

Malaver, F. y Vargas, M. (2006), *Competitividad, capacidades tecnológicas e innovación en la industria de Bogotá y Cundinamarca: resultados de una encuesta de innovación*, Bogotá, Cámara de Comercio de Bogotá y Observatorio Colombiano de Ciencia y





Especificaciones para la presentación de artículos a la revista

Innovación y Ciencia

TEMAS

Ciencias naturales, físicas y sociales, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia.

LENGUAJE

- Claro, ágil y de fácil comprensión para el lector no especializado. Es importante que el título sea atractivo además de significativo.
- Los términos técnicos deben ir seguidos de una definición sencilla entre paréntesis o entre comas; ejemplo: "... en general se registra taquipnea (respiración rápida), cianosis (coloración azulosa de mucosas y partes más claras de piel)...".
- Cuando se incluyan siglas o símbolos, la primera mención debe decodificarse; ejemplo: "En medicina humana se ha acuñado la expresión síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA)".
- Sólo deben usarse abreviaturas y expresiones matemáticas en casos estrictamente necesarios.

EXTENSIÓN

Máximo 10 páginas tamaño carta en letra Arial 12, a doble espacio (excluyendo ilustraciones y cuadros).

FORMATO

Texto impreso y copia en cd o disquete, preferiblemente en formato Word.

MATERIAL GRÁFICO

Es importante anexar el mayor número posible de ilustraciones, fotografías y diapositivas, acompañadas de notas explicativas (pie de fotos) y sugerencias de ubicación dentro del texto. Este material puede incluir:

- Fotografías originales en papel fotográfico o diapositiva.
- Fotografías en versión digital de alta resolución (300 DPI) en formato .tif, .jpg o .eps.
- Esquemas gráficos explicativos (versión impresa o digital).
- Tablas o cuadros sin demasiadas columnas.
- El material fotográfico no debe ser tomado de libros, revistas o internet y debe indicarse su autoría o fuente, si es necesario.
- Del material recibido se seleccionará el de mayor calidad para su publicación en la revista. El material no profesional no será considerado para publicación.

REFERENCIAS

En el texto, las referencias se deben citar con el apellido del primer autor y la fecha de publicación. El listado de referencias se deben organizar en orden alfabético, con el siguiente formato:

1. Artículo de revista científica:

Lee, M. R.; Ho, D. D.; Gurney, M. E. (1987), Functional Interaction and Partial Homology Between Human Immunodeficiency Virus and Neuroleukin, *Science* 237, 1987: 1047-1051.

2. Artículo de libro:

Day, R. A. (1990), *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*, Washington, Organización Panamericana de la Salud.

RESUMEN

Descripción breve (5 oraciones cortas) del tópico central del artículo, para su inclusión en el índice de la revista.

IDENTIFICACIÓN DEL AUTOR


- Nombre
- Títulos
- Cargo actual
- Correo electrónico
- Dirección postal

RECOMENDACIONES

Los artículos que hayan aparecido en otras publicaciones, los informes de investigación en curso y aquellos textos cuyos temas sean muy especializados y de interés exclusivamente local no serán considerados para publicación.

**ASOCIACION COLOMBIANA PARA EL AVANCE
DE LA CIENCIA —ACAC—**

Cra. 50 N° 27-70 Unidad Camilo Torres
Bloque C, Módulo 3. Bogotá, D.C., Colombia
Teléfonos: 3155898 - 3150734 Fax: 2216950
innovacionyciencia@acac.org.co



aportes

Un aporte a la discusión sobre los Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación

Paulo Orozco

Físico MSc. Ph.D.

Asesor del Servicio Nacional de Aprendizaje, Sena*

porozco@sena.edu.co

1. Introducción.....

Recientemente se ha propiciado una saludable discusión conceptual referente al futuro de Colombia en los temas de ciencia, tecnología, innovación, desarrollo tecnológico y emprendimiento. Desde varias concepciones han salido propuestas de cómo conformar un sistema, cuáles son las políticas, la institucionalidad, los actores, las tareas, la financiación, la formación de recurso humano, la infraestructura; en fin, todas las facetas que deben estar comprendidas en el establecimiento de este sistema.

El presente artículo pretende poner de manifiesto algunos aspectos para discutir, con el ánimo de que las acciones emprendidas ayuden a cumplir objetivos como construir una sociedad colombiana basada en el conocimiento, donde se posibiliten las Metas del Milenio¹ y se pueda concretar la visión de sociedad expresada en el documento 2019 Visión Colombia II Centenario (Departamento Nacional de Planeación, 2005).

2. La importancia del tema.....

Las primeras consideraciones que hay que hacer para quien no está involucrado con esta materia son: ¿Para qué y por qué implementar políticas de ciencia, tecnología, innovación, desarrollo tecnológico y emprendimiento? ¿Por qué esto es importante? La literatura mundial abunda en descripciones de la importancia del tema (Innovate America, 2004; Knowledge Matters, 2002). Muy sintéticamente se puede decir que estas políticas son mundialmente consideradas como factores clave del desarrollo económico, y por tanto del bienestar social, dado que condicio-

nan la competitividad de los sistemas productivos de los países. Un sistema productivo sin creación de empresas de base tecnológica, compuesto por

Un sistema productivo con poca orientación a la innovación va a encontrar barreras insuperables para ingresar o sostenerse en los mercados internacionales.

empresas con poca orientación a la innovación, con limitado uso del conocimiento de la ciencia y la tecnología encuentra barreras insuperables para ingresar o sostenerse en los mercados internacionales. En la competencia por los mercados globales, aquellos que están innovando permanentemente, quienes usan intensivamente el conocimiento en productos y servicios son los que van a sobrevivir. Los países concentrados en la producción de bienes de economía primaria deben resignarse al atraso.

Puede afirmarse categóricamente que hoy el valor fundamental en los bienes y servicios es el uso del conocimiento. La alternativa para un país donde se plantee cerrar las brechas sociales es transformar su economía basada en el conocimiento. Particularmente en Colombia, la economía ha incrementado sus tasas positivas en los últimos años entre el 3 y el 5% anual; sin embargo, en promedio ha crecido menos que los países vecinos suramericanos. Para alcanzar las Metas del Milenio y los objetivos de Colombia Visión 2019 se necesitará crecer rápidamente las tasas por encima del 7% anual. No parece probable que sin una transformación a fondo del patrón de desarrollo económico actual se logren tales metas.

Todas las razones anteriores son

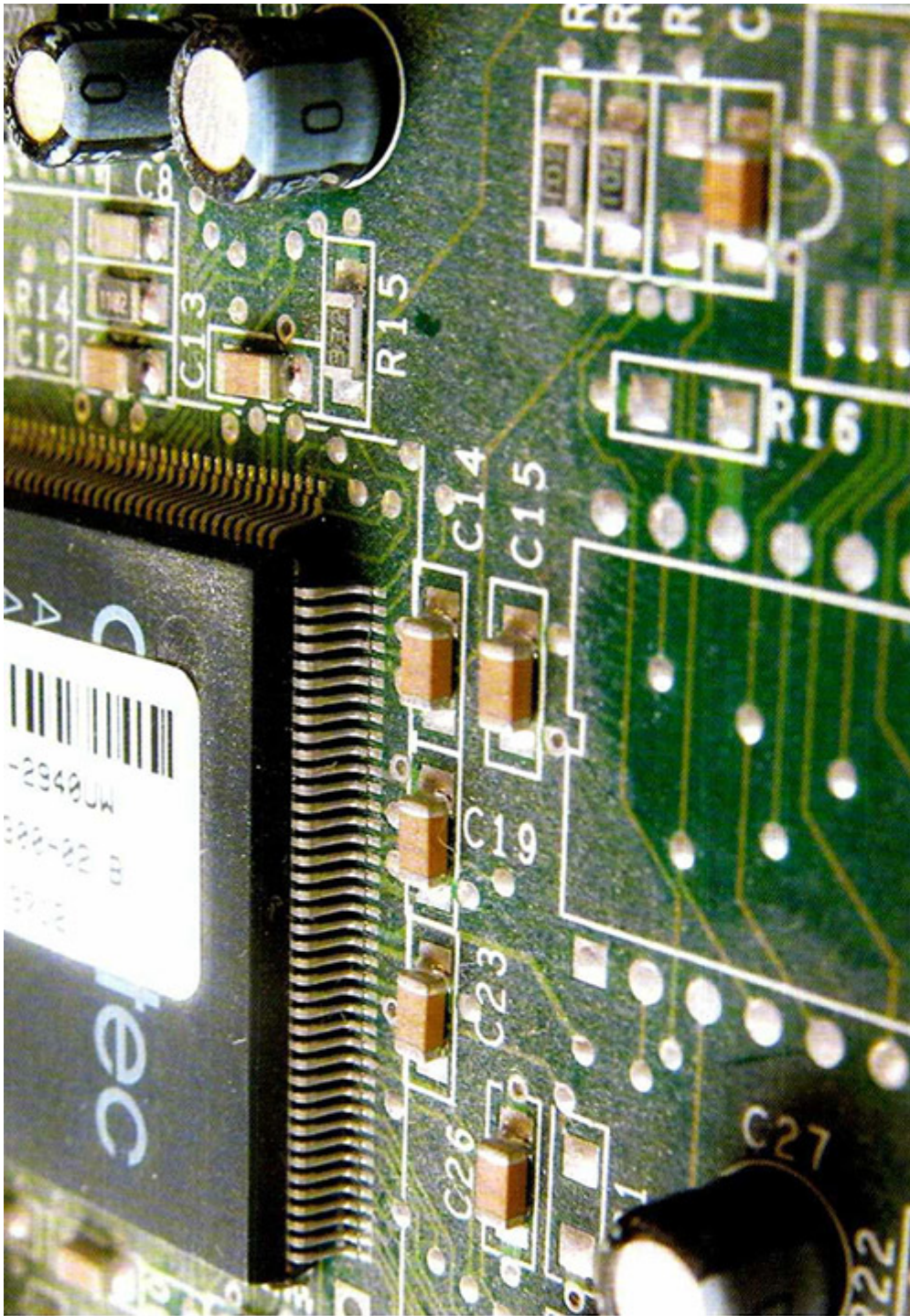
ción y ejecución de políticas de ciencia, tecnología, innovación, desarrollo tecnológico y emprendimiento para enrumbiar adecuadamente el desarrollo de

la economía. En todos los países, estas acciones han sido iniciadas, impulsadas y guiadas con fuerte influencia y liderazgo por los gobiernos y los Estados.

3. El debate sobre la institucionalidad.....

A veces el término *innovación* tiene muchas interpretaciones. En este artículo se propone asumir que la innovación es el proceso mediante el cual la sociedad extrae del conocimiento beneficios económicos y sociales.





Debe recalcar, en este contexto, que para plantear el futuro de la innovación en Colombia no sólo será básico crear la institucionalidad adecuada. Los componentes de cambio deben incluir aspectos tan importantes como el sistema educativo, en el cual se debe reformular la formación de talento humano tanto técnico, tecnológico, profesional como de educación terciaria para hacer realidad que la educación es un proceso a lo largo de la vida. El sistema financiero debe replantear las políticas de financiamiento de una reconversión in-

tos de creación de fondos de capital de riesgo. El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y sus actores (sistemas regionales, centros de desarrollo tecnológico, instituciones de investigación, incubadoras de empresas, parques tecnológicos, etc.) debe fortalecerse no sólo desde el punto de vista de la institucionalidad sino también desde la financiación estatal y del sector privado. El sistema o régimen fiscal para el manejo de incentivos tributarios debe promover la innovación y la creación de nuevas empresas intensivas en cono-

conleva la innovación. El sistema de la contratación estatal debe facilitar que las compras de bienes y servicios del Estado sean un instrumento de desarrollo económico, como ocurre en otras economías del mundo. El sistema nacional de propiedad industrial debe proporcionar la protección, la transferencia y la negociación de conocimientos y tecnología y la inversión internacional con contenido de conocimiento. El sistema nacional de calidad debe promover una cultura que lleven a niveles competitivos internacionalmente los productos y servicios nacionales, de manera que se sobrepasen las barreras no arancelarias que limitan el acceso a ciertos mercados, etc.

Para concentrarse en el núcleo de este artículo, que será el aspecto institucional, se dejan de lado los otros factores mencionados que afectan el futuro de la innovación en el país. Es claro, teniendo en cuenta las consideraciones del numeral 2, que existe una íntima relación entre la innovación y el desarrollo económico, y que el papel del Estado es fundamental para su fomento y promoción. ¿Cómo se debe hacer esta influencia? ¿Cómo se organiza y qué instrumentos institucionales se deben desarrollar? Hay un estudio, del proyecto Monit, (Monitoring and Implementing National Innovation Policies) preparado por la OECD (2005), que resulta muy útil para estas consideraciones. En el documento se estudian varios sistemas nacionales de innovación de países de la OECD y se extraen conclusiones que vale la pena analizar para identificar posibles opciones para las tareas específicas en Colombia.

Para efectos de este artículo, de tal documento se pueden rescatar algunos planteamientos. Por ejemplo, se habla de la existencia de tres generaciones de políticas nacionales de innovación: "La primera generación de políticas de innovación vieron la innovación como un proceso lineal de la investigación básica

a la introducción en el mercado de los productos o tecnologías resultantes [...]. Las primeras dos generaciones de políticas de innovación están ligadas a la ciencia y la tecnología como fuentes de la innovación [...]. La política de tercera generación involucra un foco más amplio en el cual la innovación se estimula a través de un número de áreas gubernamentales o de política. Se construye sobre su papel transversal proporcionando un marco estratégico atravesando fronteras ministeriales e institucionales para asegurar la innovación y adaptación dentro del concepto de sostenibilidad social y desarrollo económico socialmente sostenible. Mientras que la innovación es típicamente vista en términos de desarrollo económico, se requiere la política transversal de innovación para balancear este imperativo contra otros imperativos en áreas políticas tales como las de medio ambiente y desarrollo social” (OECD, 2005).

De estos y otros textos se pueden concluir algunos lineamientos a tener en cuenta: al ser la innovación un componente relativamente nuevo, sobre todo en países como el nuestro, dado su carácter transversal, entra a competir con otros componentes más o menos tradicionales de políticas públicas. Para lograr un sistema de innovación que pueda cumplir su papel en el desarrollo económico, no bastará con crear una entidad (agencia, ministerio, consejo nacional, departamento administrativo, etc.); se requerirá además establecer nuevas reglas de relaciones entre los entes estatales, nuevas tareas estratégicas y obligaciones para éstos y esfuerzos especiales para hacer coherente la transversalidad de la innovación.

La expresión de la política de innovación que se concreta en un Sistema Nacional de Innovación requiere de aproximaciones novedosas, “se trata de innovar en el tema de la innovación”.

Cuadro matriz de diferencias entre la comunidad científica y la tecnológica [Tomado de documentos de la OECD].

	Comunidad científica	Comunidad tecnológica
Buscan avanzar en:	Conocimiento	Utilidad
Objetivo específico	Encontrar relaciones causales	Mejorar las funciones de artefactos
Comunicación	Abierta	Secreta
Recompensas	Reputación	Ganancias monetarias
Naturaleza de la evaluación	Replicabilidad, peer review	Selección por el mercado
Funciones complementarias	Formación de recursos humanos, publicaciones	Producción, mercadeo

Fuente: Documentos de la oecd.

mente migrar de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) construido para crear la plataforma de acumulación y generación de conocimiento, a uno de ciencia tecnología e innovación (SNCTI) para estos efectos.

De hecho, en muchos países hay una notoria diferencia en la institucionalidad de los dos sistemas. La migración de un SNCT a un SNCTI sería muy pareci-

empresas. Son lógicas diferentes, pero complementarias”.

Estas apreciaciones se pueden reafirmar teniendo en cuenta que hay diferencias sustanciales entre la visión, los valores, los intereses y las metas de lo que uno puede denominar la comunidad científica y la comunidad tecnológica (OECD, 2005). El cuadro 1 sintetiza las diferencias de los sistemas.

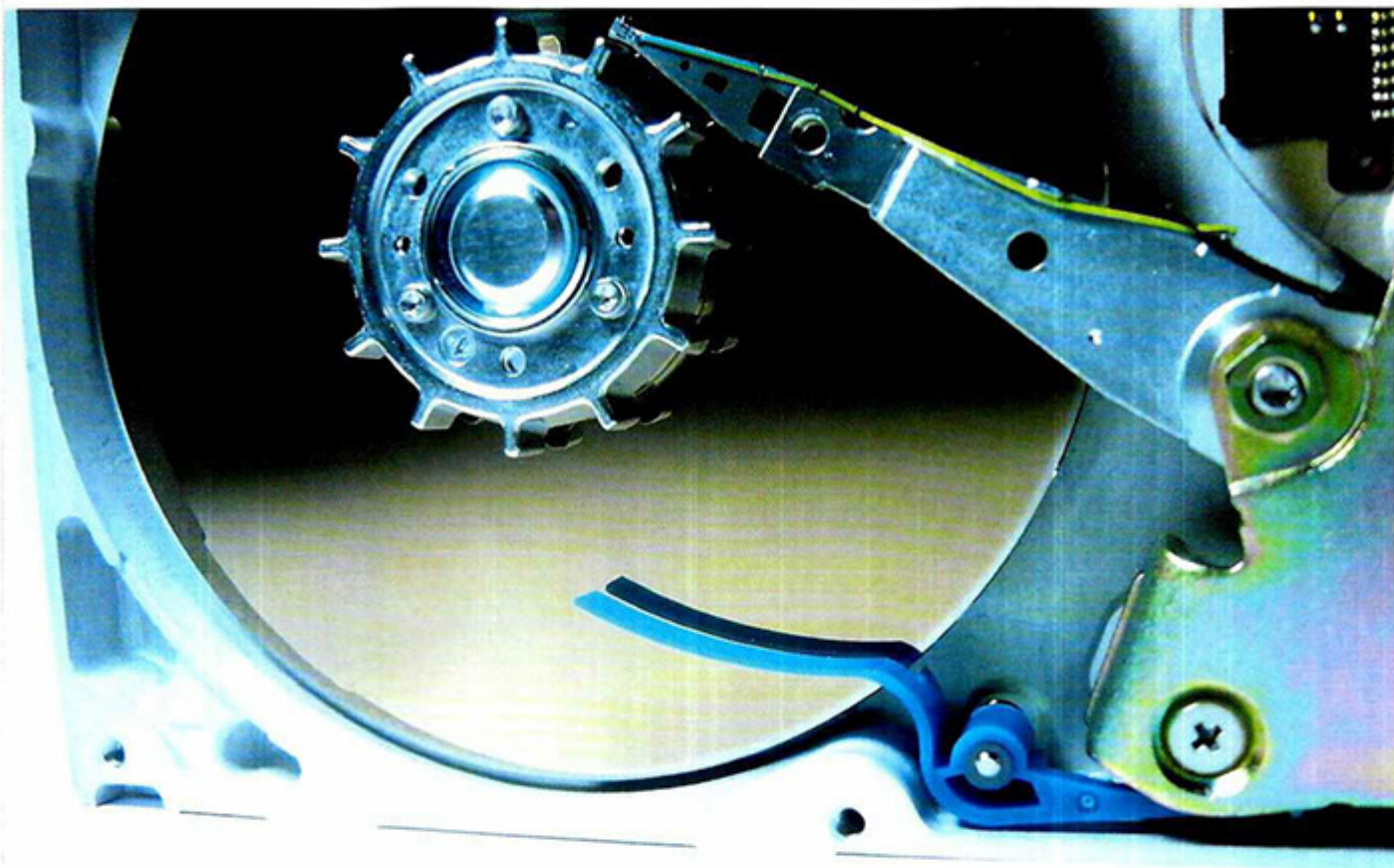
Aquí se trata de crear nuevas condiciones, no sólo de transformar las viejas.

da al proceso de mejoramiento continuo que se debe dar naturalmente dentro de una empresa, pero debe advertirse que este mejoramiento no necesariamente significa innovación desde el punto de vista de la definición adoptada en este escrito. Aquí se trata de crear nuevas condiciones, no sólo de transformar las viejas.

Según Eugeni Terré (2001), “corresponden a la política científica las acciones públicas encaminadas a hacer progresar la base del conocimiento científico, y a la política de innovación las acciones encaminadas a hacer aumen-

4. Conclusiones.....

Para que Colombia entre en la llamada economía del conocimiento se debe aprovechar el momento histórico para promover la creación de un Sistema Nacional de Innovación. Hay muchas pistas en la literatura internacional y documentos de la OECD que indican que lo más conveniente, desde el punto de vista únicamente institucional, es que éste se derive de una política de innovación de tercera generación. Debe tenerse claro que un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología no es lo mismo



ción. El primero debe ser el centro del accionar de los científicos, debe velar por la existencia de una política de investigación y por el desarrollo científico en el país, y como tal debe proponer la priorización de los temas

Los países concentrados en la producción de bienes de economía primaria deben resignarse al atraso.

de interés nacional en materia científica y tecnológica, debe gestionar recursos del erario público para la inversión en ciencia y tecnología y debe promover la cultura de I+D. Así mismo, debe apoyar al Estado en la determinación de los requerimientos de formación del recurso humano para el avance del conocimiento científico y tecnológico a los más altos niveles mundiales, por tanto debe gestionar la política y aglutinar las instituciones que tienen como finalidad

Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología determinará en gran medida el éxito del Sistema Nacional de Innovación, pero no lo sustituye. Este proceso parece darse en los países desarrollados y en los de desarrollo reciente.

Los sistemas de innovación están centrados en el sector productivo, son fuerte sustento directo del desarrollo económico, tienden a incidir en las políticas de desarrollo empresarial, emprendimiento y particularmente tienen fuertes influencias en el desarrollo de las pymes. Gran parte de las políticas de desarrollo económico y de innovación están siendo orientadas mundialmente al fortalecimiento de las pymes y al fomento de la creación de empresas de

Referencias bibliográficas

Departamento Nacional de Planeación (2005), Documento 2019 Visión Colombia II Centenario, Bogotá.

Innovate America (2004), *Thriving in a World of Challenge and Change, National Innovation Initiative Interim Report*, Washington.

Knowledge Matters (2002), *Skills and Learning for Canadians, Canada's Innovation Strategy*, disponible en www.innovationstrategy.gc.ca

OECD (2005), *Governance of Innovation Systems*, París.

Terré i Ohme, Eugeni (2001), "Evolución reciente de la política científica y de innovación en Catalunya", ponencia presentada en el Encuentro sobre Investigación e Innovación: Nuevas Propuestas en Transferencia de Tecnología, Universidad Internacional Menéndez Pelayo, España.

Innovación y Ciencia

Publicación trimestral
que informa sobre
los últimos avances
en Ciencia y Tecnología
realizados en
Colombia y el mundo

FECHA DE SUSCRIPCIÓN

DÍA/ MES/ AÑO/

SUSCRIPCIÓN POR UN AÑO,
4 EJEMPLARES,
A PARTIR DEL NÚMERO:

NOMBRE

CC O NIT

DIRECCIÓN

TELÉFONO

CIUDAD

CORREO ELECTRÓNICO

FAX

PROFESIÓN

ESPECIALIDAD

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO TARJETA DE CRÉDITO DINERS #

Credibanco y Credencial se reciben directamente en nuestra oficina.

CHEQUE

VENCEL

CUOTAS

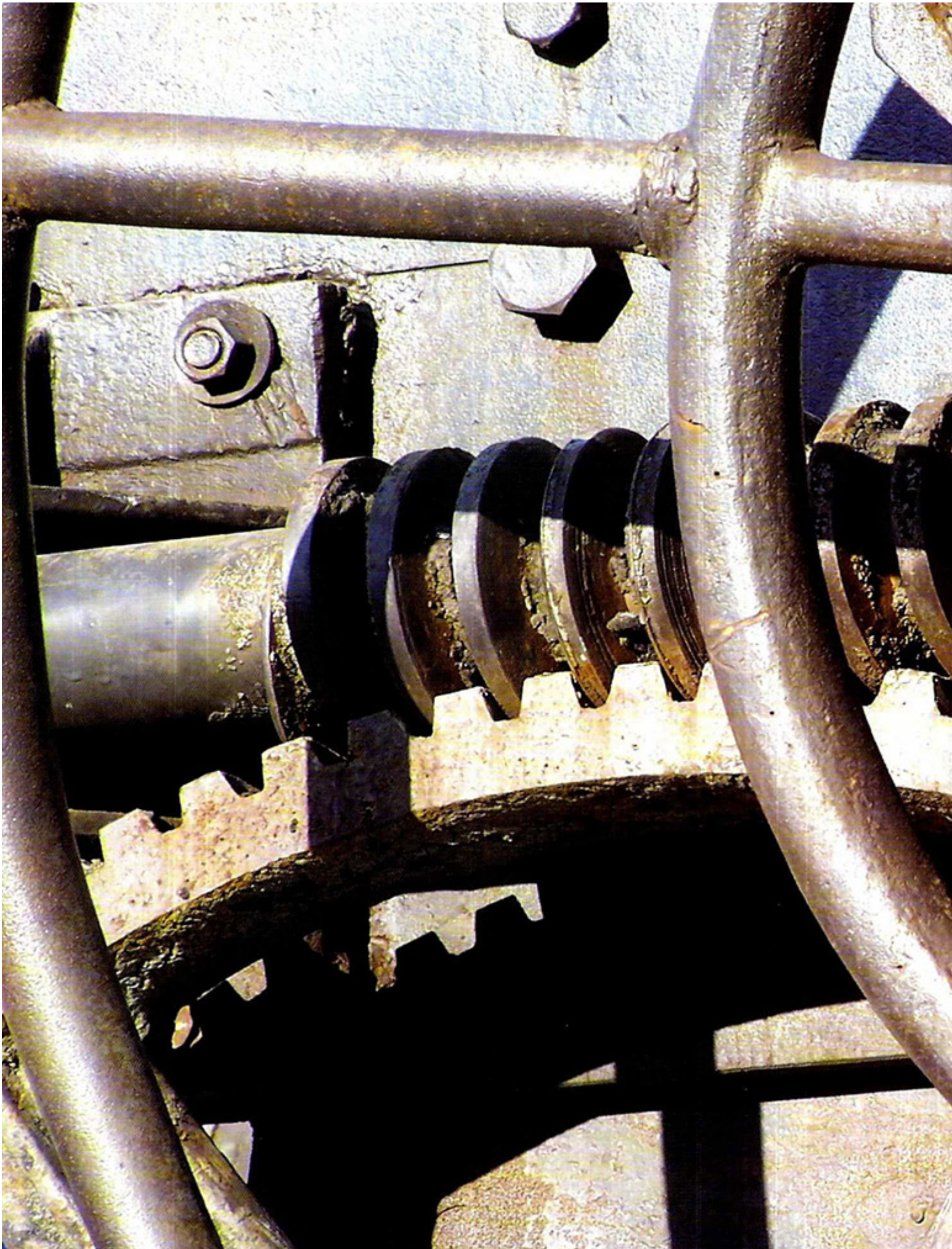
NÚMERO DE SEGURIDAD

ACEPTO RENOVACIÓN
AUTOMÁTICA

Consignación a nombre de «Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia» en:
Banco de Occidente, cta.# 26880746-8 · Banco Agrario, cta.# 0230-002930-5 · Banco Popular, cta.# 160-203196
Envíe su comprobante de pago junto con este cupón al fax:

»cupón de suscripción

Suscripción anual \$36.000 oo - Precio: número regular \$9.500 oo, edición especial \$12.500 oo - Asociado ACAC: gratuito



A close-up photograph of a large, rusted metal industrial component, possibly a valve or pipe fitting. The metal is heavily corroded, showing a brownish-orange patina. The component has a complex, multi-ported structure. The text "Propiedad industrial" is overlaid in a bold, red, sans-serif font across the upper portion of the image.

Propiedad industrial

La propiedad industrial en Colombia

Giancarlo Marcenaro Jiménez

Delegatario Propiedad Industrial,
Superintendencia de Industria y Comercio
gmarcenaro@correo.sic.gov.co



1. Precisión terminológica

El término propiedad industrial tiene varios significados. Así, cuando cualquier persona no especializada en temas jurídicos empresariales escucha el término, se imagina, y ese es el primer significado, que dicho concepto hace referencia a todas las posesiones de una empresa, sus inmuebles, la maquinaria, los equipos de oficina, sus vehículos, etc.

Pero también existe una acepción más técnica del término que encierra un contenido mucho más limitado, y es la que considera el concepto de propiedad industrial como una de las especies, al lado de los derechos de autor, del género de propiedad intelectual. En este sentido, la propiedad industrial está constituida por dos grandes grupos de derechos intelectuales, como lo son las nuevas creaciones y los signos distintivos. Para los efectos de este artículo, se tomará la segunda acepción del término.

Propiedad industrial comprende las nuevas creaciones y los signos distintivos.

2. El sistema de propiedad industrial

Tendiendo claro lo anterior, es conveniente anotar que el propósito del presente artículo es describir el sistema colombiano de propiedad industrial, explicando, para el efecto, las figuras que lo componen y su importancia, el ordenamiento jurídico que lo rige y las entidades y organismos que tienen alguna competencia sobre el tema.

3. Figuras que componen el sistema de propiedad industrial

Como ya ha quedado indicado, la propiedad industrial comprende las nuevas creaciones y los signos distintivos.

3.1. Las nuevas creaciones

Para la legislación colombiana, constituyen nuevas creaciones las invenciones, los modelos de utilidad, los diseños industriales y los esquemas de trazado de circuitos integrados. Como su nombre lo indica, el común denominador de estas figuras es la novedad. Así las cosas, los creadores de cualquiera de estas modalidades pueden acceder a la protección que les dispensa el estado si son nuevas y, además, cumplen con los requisitos específicos de cada figura.

3.1.1. Las patentes de invención

Para que alguien que haya desarrollado una invención pueda obtener una patente y, por ende, la facultad de explotarla en exclusiva por un término de veinte años, se requiere, amén de la novedad, que la invención tenga altura inventiva y que sea susceptible de aplicación industrial. Una invención goza de altura inventiva si no resulta obvia para una persona conocedora del tema técnico correspondiente, y

3.1.2. Los modelos de utilidad

Los modelos de utilidad, al consistir en mejoras o adaptaciones a objetos u elementos ya existentes, que permitan un mejor o diferente funcionamiento del mismo, tienen un menor tiempo de protección que las invenciones (diez años), pero, correlativamente, el nivel de exigencia es menor, pues ya no se requiere la altura inventiva. En este orden de ideas, los desarrolladores de modelos de utilidad pueden obtener patentes para sus creaciones que sean nuevas y posean aplicación industrial.

3.1.3. Los diseños industriales

Esta especie de nueva creación se encuentra definida como "... la apariencia particular de un producto que resulte de cualquier reunión de líneas o combinación de colores, o de cualquier forma externa bidimensional o tridimensional, línea, contorno, configuración, textura o material, sin que cambie el destino o finalidad de dicho producto" (artículo 113 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina de Naciones). Para que un diseño sea protegible es necesario, dando por descontada su novedad, que se refiera únicamente al aspecto exterior o formal de un objeto y que, por ende, no tenga ningún efecto técnico.

3.1.4. Importancia de las nuevas creaciones

Para entender la importancia de este tema, es necesario hacer algunas consideraciones previas sobre los fundamentos del sistema de patentes. Lo primero que debe tenerse en cuenta es que el sistema de patentes no se encuentra establecido, como piensan algunos, en beneficio exclusivo de los innovadores.

Por el contrario, dicho sistema concilia los intereses de innovadores y público en general, pues, si bien lo que se busca es incentivar la innovación a través de la concesión de patentes, ello se hace a cambio de que el inventor suministre toda la información de la invención a efectos de que, vencido el término de protección, la invención pueda ser disfrutada por cualquier persona sin necesidad de contar con autorización del inventor.

El sistema de patentes, así visto, presta varias y diversas utilidades.

3.1.4.1. Las patentes como incentivo a la innovación tecnológica

Si no existiera un sistema que permitiera a los innovadores disfrutar de sus inventos y evitar que otros los copiaran, sin duda la actividad innovadora se vería sustancialmente reducida. No habría, en la hipótesis planteada, una recompensa que hiciera desear el ejercicio de tal actividad. Por el contrario, el solo hecho de que quien logra una invención sepa que puede contar con un término de exclusividad que le permitirá recuperar el tiempo y dinero invertidos en su labor investigativa, y, además, obtener una razonable utilidad, le dará la tranquilidad suficiente para querer seguir dedicándose al quehacer innovador. En esa medida, es válido afirmar que el sistema de patentes constituye un incentivo para la innovación tecnológica.

3.1.4.2. Las patentes como incentivo a la inversión extranjera

Cuando una empresa innovadora evalúa la posibilidad de establecerse y desarrollar su actividad en cualquier país, uno de los primeros elementos que analiza tiene que ver con la protección que en dicho país se confiere a la propiedad privada y, muy especialmente, a la propiedad industrial. Un Estado que garantice la protección a las invenciones es un campo abonado para que florezca la inversión extranjera. Las grandes empresas innovadoras, desearán la posibilidad de establecerse en un país, en el que

El sistema de patentes busca incentivar la innovación a través de la concesión de patentes.

un Estado tiene como una de sus prioridades atraer inversión extranjera, debe necesariamente contar con un sistema eficiente y confiable de protección a la propiedad intelectual.

3.1.4.3. Las patentes como mecanismos de transferencia de tecnología y fuente de información tecnológica

Una de las obligaciones que adquiere quien obtiene una patente es la de explotar la invención patentada en el territorio del país en el que obtuvo el beneficio o, como en el caso de los países pertenecientes a la Comunidad Andina de Naciones, en cualquiera de los países miembros de este mercado común. Ello lleva a que toda nueva creación protegida debe incorporarse al aparato productivo nacional, generándose de esa forma un verdadero acto de transferencia tecnológica, pues el cumplimiento de esta obligación demanda que todo el conocimiento necesario para poner en funcionamiento la invención debe ser transferido al personal que interviene en la explotación. De otra parte, es sabido que la información contenida en los documentos de patentes es la fuente de información tecnológica más completa y actualizada de la que se puede disponer. Asimismo, es importante conocer que el uso de dicha información es libre cuando la invención ingresa a dominio público, esto es cuando ha vencido el término de protección o cuando por alguna otra razón se declara por parte de la oficina competente la terminación del derecho. La consulta de esta información permite a los empresarios estar al día en materia tecnológica, conocer las tendencias del mercado, saber hacia dónde se mueven los competidores y, en fin, evitar duplicidad de esfuerzos, así como establecer contacto con propietarios de tecnologías para efectos de obtener licencias. De esta manera, incluso quienes no son innovadores pueden obtener provecho del sistema de patentes si lo aprenden a utilizar correctamente.

3.2. Los signos distintivos

Son signos distintivos las marcas, los lemas comerciales, los nombres y enseñas y las denominaciones de origen. La característica común de estos signos es la distintividad, y se exige también la perceptibilidad y que sean susceptibles de representación gráfica.

3.2.1. Las marcas

Son los signos distintivos por excelencia. Se definen como cualquier signo que sea apto para distinguir productos o servicios en el mercado, de tal manera que no pueden constituir marcas los signos no aptos para ello, como son, entre otros, los que se asemejen a una marca previamente registrada o solicitada por un tercero, o las expresiones exclusivamente descriptivas o genéricas. El registro de una marca confiere a su titular el derecho al uso exclusivo de la misma y, por tanto, la facultad de impedir a cualquier tercero el uso de la marca sin su consentimiento. La duración del registro es de diez años contados a partir de su concesión, pero con la posibilidad de renovarlo indefinidamente por períodos de diez años.





3.2.2. Los lemas comerciales

Son palabras, frases o leyendas utilizadas como complemento de una marca. Los lemas no tienen existencia independiente, pues por definición siempre van asociados a una marca y siguen la suerte de ella, de modo tal que si la marca a la que accede caduca, el lema caduca; o si, por alguna razón, se cancela la marca, la misma suerte correrá el lema. Al igual que las marcas, los lemas deben gozar de distintividad y se encuentran sometidos a las mismas causales de irregistrabilidad que aquéllas.

3.2.3. Los nombres comerciales

Se encuentran definidos como las designaciones que distinguen al empresario. El derecho exclusivo sobre el nombre comercial, a diferencia de lo que ocurre con las marcas que se adquieren por el registro, se adquiere por su primer uso en el comercio y termina cuando cesa el uso. Así las cosas, cuando se presenta un conflicto por un nombre comercial, quien acredite que primero lo usó es quien tiene derecho a él. No obstante lo anterior, en Colombia existe el sistema de depósito de nombres comerciales, en virtud del cual el depósito de un nombre comercial genera la presunción de que el uso del nombre inició el día del depósito.

3.2.3. Las denominaciones de origen

También conocidas en el ámbito internacional como indicaciones geográficas, las denominaciones de origen son designaciones de países, regiones o de lugares determinados utilizadas para distinguir productos originarios de esos lugares, cuya calidad, reputación u otras características se deban exclusiva o esencialmente al medio geográfico en el cual se producen. El reconocimiento de una denominación de origen supone un trámite encaminado a determinar el cumplimiento de los requisitos indicados en la definición. Una vez reconocida, la denominación de origen puede ser usada por quienes se dediquen directamente a la extracción, producción o elaboración de los productos distinguidos por ella, y cumplan con los demás requisitos establecidos por las normas reglamentarias. Las denominaciones de ori-

las condiciones que motivaron su reconocimiento, de tal manera que si tales condiciones desaparecen, la denominación de origen pierde su vigencia.

3.2.4. Importancia de los signos distintivos

Hasta hace poco tiempo se consideraba que los signos distintivos solamente cumplían con la función de distinguir productos y servicios en el mercado. Ahora se considera que las marcas, además, son eficaces herramientas de información, poderosos elementos de competencia y efectivos mecanismos de publicidad, lo mismo que cumplen la función condensadora del good will, además de que pueden llegar a ser, como sucede con frecuencia, los activos más valiosos de una empresa y, por tanto, en tal sentido, también pueden ser calificadas como elementos de valorización de la misma.

3.2.4.1. Las marcas como mecanismo de información

Las marcas suministran diversos niveles de información al consumidor. En primer lugar, indican el origen empresarial de los productos o servicios distinguidos con ellas. Así, un consumidor, con sólo ver la marca puede saber fácilmente el origen empresarial del producto o servicio, según sea el caso. Adicionalmente, las marcas suministran información sobre la calidad de los productos. En efecto, cuando una marca lleva tiempo en el mercado usándose en relación con determinados productos, los consumidores conocen los estándares de calidad, buenos o malos, de tales productos y los relacionan con dicha marca, de tal manera que con sólo percibir la marca, el consumidor sabe a qué atenerse en cuanto a la calidad del producto que lleva esa marca.

Además existe una categoría especial de marcas que evocan, que no describen, alguna característica del producto o servicio, facilitando al consumidor la labor de establecer para qué sirve el producto. Esta clase de marcas es especialmente utilizada en productos farmacéuticos, área en la que tanto pacientes como médicos, ante la coexistencia de tantos productos en el mercado, necesitan de elementos, como las marcas evocativas, que sirvan para determinar para qué dolencia se usa cada producto.

3.2.4.2. Las marcas herramientas de competencia

A veces, ante el gran número de productos que sirven para satisfacer una misma necesidad, el único factor diferenciador entre éstos es la marca, de tal manera que el consumidor se inclinará por aquel que lleve la marca que más le atraiga. Así las cosas, los empresarios que tengan marcas atractivas tendrán una ventaja sobre los competidores que tengan marcas menos llamativas.

3.2.4.3. Las marcas como mecanismo de publicidad

En primer término, resulta apenas obvio que para poder hacer publicidad de un producto o servicio se necesita de las marcas. En ausencia de marcas, la publicidad sería una actividad imposible. Es más, puede llegar a concluirse que la publicidad se hace sobre marcas y no sobre productos. Lo que buscan los publicistas no es que los consumidores adquieran un producto genérico sin marca, lo que pretenden es que se inclinen por el producto que lleva una determinada marca. Ahora bien, dicen los publicistas que el elemento más importante para diseñar una exitosa campaña publicitaria de cualquier producto es una buena marca, es decir, una marca que sea de fácil recordación. Lo demás es prácticamente secundario. Incluso existen productos que no necesitan de costosas campañas publicitarias para tener recordación y aceptación entre el público, sino que basta que los consumidores los vean en las góndolas de los su-

Los empresarios que tengan marcas atractivas tendrán una ventaja competitiva sobre las otras menos llamativas.

casos, la simple marca es, per se, un acto de publicidad que logra el propósito de que los consumidores elijan el producto que la lleva. En conclusión, la marca es importante, tanto para los productos que necesitan publicidad —pues es mucho más fácil hacerla con una buena marca— como para aquellos que no requieran de la ella, ya que la simple marca puede generar en el consumidor la decisión de compra.

3.2.4.4. Las marcas y el good will de la empresa

El good will, buen nombre o prestigio de una empresa, está constituido por una gran cantidad de elementos, de muy variada naturaleza, que hacen que una empresa sea reconocida en el mercado de determinada forma (cumplida, eficiente, con productos de cierta calidad, etc.), atributos que se condensan en las marcas de sus productos. De esta forma, cuando se percibe una marca, además del escueto signo distintivo, se perciben todos los atributos que particularizan la empresa dueña de la marca.

3.2.4.5. Las marcas como elemento de valorización de la empresa

Es cada vez más frecuente que las marcas constituyan el activo más valioso de una empresa, al extremo que no es exagerado el comentario de algún presidente de Coca-Cola, en el sentido que aunque los activos físicos de la empresa, incluidos edificios maquinarias, vehículos, etc. fueran destruidos, la compañía podría recuperarse sin problemas siempre y cuando la marca sobreviviera. Corolario de lo anterior es que el valor de una empresa es uno si sólo se toman en cuenta los activos físicos, y otro, muy distinto, si se incluye el valor de sus marcas, sobre todo las que tienen algún grado de reconocimiento.

4. Entidades que componen el sistema de propiedad industrial

En Colombia, como en la mayoría de países, existen diferentes entidades y organismos que, de una u otra forma, intervienen en la actividad legislativa, administrativos y de observancia de la propiedad industrial.

4.1. Órgano legislativo

En principio, el Congreso es el organismo con competencia para legislar sobre este tema. Sin embargo, Colombia forma parte, junto con Perú, Ecuador, Bolivia y, hasta hace pocos meses, Venezuela, de la llamada CAN, a la cual se le transfirieron algunas competencias legislativas en propiedad intelectual.

En este orden de ideas, ha sido la Comisión de la Comunidad Andina de Naciones la encargada de expedir las normas sobre este tema, las cuales, obviamente, rigen en todos los países miembros de la CAN. Actualmente, la norma vigente en esta materia es la Decisión 486 de 2000, la cual constituye el Régimen Común sobre Propiedad Industrial. La decisión 486 contiene

Cada día es más frecuente que los activos de propiedad industrial representen el mayor valor de las empresas.

las normas sustanciales que deben ser complementadas, cuando sea necesario, por la legislación interna. Así pues, para el caso colombiano, además de la Decisión 486, se aplican algunas disposiciones de los códigos de Comercio, Contencioso Administrativo, de Procedimiento Civil, etc.

4.2. Órgano administrativo

La administración del sistema nacional de la propiedad industrial en Colombia esta a cargo de la Superintendencia de Industria y Comercio. lo que significa que a esta entidad le corresponde tramitar y



la Delegatura para la Propiedad Industrial, la cuál, a su vez, se compone de las divisiones de Nuevas Creaciones y de Signos Distintivos y del grupo denominado Banco de Patentes, cuya principal función es adelantar campañas de sensibilización en el uso del sistema de propiedad industrial.

4.3. Órganos de observancia

Cuando el titular de un derecho de propiedad industrial pretende hacer valer su derecho frente a terceros infractores debe recurrir a la justicia ordinaria, esto es, a los jueces civiles del circuito, tratándose de asuntos civiles, o a la Fiscalía y a los jueces penales, si se trata de la investigación y el juzgamiento de una conducta delictiva. Ahora bien, si de lo que se trata es de impugnar un derecho de esta naturaleza concedido por la Superintendencia de Industria y Comercio, la vía es demandar la nulidad del acto administrativo ante el Consejo de Estado.

5. Apreciaciones finales

El tema de la propiedad industrial ha adquirido inusitada importancia en los últimos tiempos, debido a la tendencia mundial de la globalización. Cada día es más frecuente que los activos de propiedad industrial representen el mayor valor de las empresas, razón por la cual una de las principales preocupaciones de los empresarios es su reconocimiento y protección en todos los países del mundo. Colombia no puede ser ajena a esta tendencia, sino que, por el contrario, debe adoptar las medidas que permitan a su clase empresarial, y a sus aliados comerciales ser competitivos. Una de estas medidas es, y es lo que pretendemos con este artículo, divulgar el sistema de propiedad industrial, con el propósito de que se conozca, se entienda y se utilice. Este proceso de sensibilización es complejo y arduo, pero escenarios como las páginas de esta clase de publicaciones⁴ constituyen el mecanismo ideal para, por lo menos, sembrar inquietudes sobre el tema que llevarán a las personas interesadas a buscar más información, la cual puede encontrarse en la Superintendencia de Industria y Comercio (véase página



El éxito
de la
competitividad
está en
la propiedad
intelectual

Claudia Caro

Subdirectora

Clarke Modet & Co., Colombia

ccaro@clarkemodet.com.co

Marcela Ramírez

Consultora en Patente

Entre los activos más importantes que posee una empresa se encuentran los activos intangibles, que incluyen los derechos de propiedad intelectual. La creación, identificación, gestión y comercialización de estos derechos, que en general garantizan a su titular la exclusividad de explotación, se torna en un requerimiento necesario para consolidar una ventaja comparativa frente a terceros que no cuenten con un portafolio de propiedad intelectual. A continuación se hace un recuento de los elementos de propiedad intelectual que fortalecen la posición de una empresa conduciéndola a una mejor posición en el entorno socioeconómico, y se resalta la manera como dichos elementos desempeñan un papel definitivo en el camino hacia la potenciación de su competitividad.

El portafolio de activos que posee una compañía comprende tres elementos: los activos monetarios como acciones, documentos, títulos bancarios; los activos tangibles, entre los que se cuentan máquinas, terrenos, semovientes, inmuebles, etc., y los activos intangibles, que, al no ser visibles, constituyen un nuevo reto para los empresarios, quienes tienen la labor de identificarlos, gestionarlos y explotarlos de manera adecuada para que realmente representen una ventaja competitiva para su organización.

La labor de reconocimiento de los activos intangibles dentro de una empresa inicia al examinar las diferentes clases de estos activos que se hayan generado y aún no se hayan detectado.

Los intangibles forman parte del capital intelectual de la empresa e incluyen los derechos que se han adquirido de forma contractual, como acuerdos con distribuidores, contratos con empleados, convenios de no competencia, acuerdos para un favorable financiamiento, licencias, certificaciones y fran-

distribuidores, que pueden marcar una ventaja competitiva importante para una organización, así como también los intangibles indefinidos generalmente denominados *good will* (Gordon, 1998). Los derechos de propiedad intelectual constituyen el otro grupo de activos de intangibles de creciente y determinable valor.

A continuación nos centraremos específicamente en los derechos de propiedad intelectual (P.I.), como son los derechos de propiedad industrial y el derecho de autor. Entre los primeros se encuentran los signos distintivos (las marcas, nombres comerciales y los nombres de dominio) y las nuevas creaciones (las patentes, los modelos de utilidad, los diseños industriales y los secretos empresariales). Los derechos de autor protegen las obras literarias, artísticas y científicas, dentro de las cuales es de importancia para las empresas tecnológicas la protección de programas de computador. Éstos otorgan a su titular el derecho a evitar que

Los activos intangibles forman parte del capital intelectual de la empresa.

terceros hagan uso de estos bienes sin su consentimiento, y por ende, se constituye en una ventaja competitiva sobre otras empresas de similares características que carezcan de estos activos.

La ventaja que representa la posesión de derechos de propiedad intelectual resulta esencial para el desarrollo presente y futuro de la empresa. Al menos así empieza a reconocerse en el sector económico, y éste es ya un paso importante en una sociedad como la nuestra, que comienza a ser consciente de su papel en el engranaje mundial, del hecho de que las fronteras son cada

el cual se encuentra inmersa, cada vez más globalizado y competido.

En el caso colombiano el aprovechamiento consciente de la propiedad intelectual se mantiene en su etapa más incipiente. En nuestro país, hasta hace poco tiempo el concepto de propiedad intelectual era objeto de rechazos porque se consideraba que el único beneficiario de este sistema eran las compañías extranjeras, especialmente las multinacionales. Actualmente, las empresas empiezan a ser conscientes de la relevancia del sistema y comienza a surgir un movimiento en pro de la adquisición de los derechos de P.I., especialmente para marcas y patentes, como estrategia para lograr reconocimiento y recuperación de los recursos invertidos en I+D.

Sin embargo, para lograr que estos derechos realmente se constituyan en un activo y tengan un efecto positivo sobre la competitividad de la empresa es necesario no sólo crearlos u obtenerlos, sino también adoptar políticas para

gestionarlos y explotarlos de forma conveniente. Además, como complemento a las actividades antes mencionadas es importante velar por la observancia de los derechos de P.I., para que en el mercado se respeten los derechos obtenidos por la empresa. Igualmente, es imprescindible vigilar las bases de datos de documentos de patentes para obtener información sobre tecnología de punta que pueda ser utilizada como base para futuros desarrollos, en lugar de invertir dinero en investigaciones redundantes.

En este contexto, es claro que la

en general son los factores quee distinguen a una empresa y le brinda competitividad, no puede ser tomada como una rueda suelta dentro de la compañía, sino que requiere ser parte del engranaje de

electrónico. En este ámbito, el sitio web de las empresas comprende un número significativo de modalidades de propiedad intelectual como los programas informáticos, el diseño del sitio web y

La ventaja que representa la posesión de derechos de propiedad intelectual resulta esencial para el desarrollo de la empresa.

ésta, y que dichos activos sean manejados de manera estratégica, incorporándolos en los planes empresariales y en las estrategias de comercialización.

Situaciones como las siguientes son comunes a las empresas que han tenido poco contacto con los activos intangibles. Por ejemplo, se conoce por los empresarios (aunque no por todos) que hay que proteger las marcas mediante el registro, pero no se dimensiona que ese registro es la forma de adquirir la propiedad sobre la marca ni de los beneficios derivados del mismo, como su posibilidad de enajenación o de licenciamiento, y menos aún la viabilidad de un crédito utilizando esa propiedad como prenda o garantía bancaria.

Se teme por la divulgación no autorizada de información privilegiada de la empresa pero no se conoce cómo prevenir su fuga. Se sabe de la protección mediante el derecho de autor pero no se imagina siquiera que sobre las bases de datos que se han venido organizando en compañía existe un derecho de este tipo. En este mismo sentido, se desconocen las graves sanciones por la implementación de software ilegal en los computadores por parte de los empleados de la compañía, aun sin el conocimiento de los directivos o sus jefes inmediatos.

El tema es más crítico si nos referimos a otras posibilidades de protección de la propiedad intelectual, como

su contenido, que son protegibles como derechos de autor.

Así podríamos seguir extendiéndonos con un número notable de riesgos y de oportunidades no reconocidos por las empresas, lo que demuestra que la propiedad intelectual es una herramienta de competitividad porque a través de ella el Estado nos reconoce el derecho a una explotación exclusiva de activos que bien gestionados proporcionan instrumentos de defensa de los derechos frente a terceros y un mejor posicionamiento en los mercados nacional e internacional.

En este punto es preciso subrayar que este artículo no pretende ser un tratado sobre la gestión de la propiedad intelectual con miras a la competitividad, sólo pretende ser una introducción para enunciar aspectos clave de la administración de la propiedad intelectual que conduzca a mejorar la competitividad de las empresas.

Políticas

En concreto se requiere, ante todo, políticas claras. Requerimos ser conscientes de la necesidad de políticas corporativas en primer término de protección, políticas sobre debida explotación de tales activos, políticas de constante búsqueda de ideas innovativas, y políticas de vigilancia de todos los activos

En otras palabras, refiriéndonos a los signos distintivos como las marcas o como los lemas comerciales, que sea una política de la empresa adquirir signos distintivos idóneos para que en el mercado puedan cumplir la función diferenciadora de productos y servicios, que también desempeñen la tarea de ser el indicativo de una calidad determinada que fidelice a los clientes y los obligue a adquirir el producto nuevamente.

Políticas que conlleven a que la marca vaya adquiriendo un valor comercial para que la rentabilidad de dicha marca sea mayor en caso de venta por fusión o para que produzca mejores regalías en caso de licencia de uso. Políticas que permitan, en un momento



dado, oponerse válidamente contra terceros por el uso y registro de signos confundibles a los suyos haciendo operativas las acciones de protección y el resarcimiento de perjuicios. A la vez una posición seria y responsable de la empresa sobre la correcta utilización de los derechos de terceros protegidos por la propiedad intelectual que le permitan, además de un buen nombre, la prevención de acciones administrativas y judiciales.

Para efectos de la competitividad, la política conlleva estabilidad en la gestión de la compañía con independencia de las personas naturales que en un momento dado ostenten el cargo administrativo, y la ventaja se representa en

la respuesta inmediata a cualquier eventualidad que además sea consecuente con el plan de negocios corporativo.

Protección de los activos intangibles. ▶

Los signos distintivos, como las marcas y los lemas comerciales, requieren de registro en Colombia y en cada país donde se comercialicen aun si se trata de países de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). La protección implica, en consecuencia escoger adecuada de un signo registrable, vendedor y conveniente para cualquier país del mundo; buscar antecedentes marcarios para asegurar la viabilidad del registro;

el registro mismo y la debida explotación y aprovechamiento por uso directo o licenciado, y la extrema vigilancia del signo en el mercado.

La competitividad en estos casos radica principalmente en el derecho de exclusiva del titular de la marca y su consecuente oponibilidad a terceros, y el aseguramiento de marcas idóneas y vendedoras. Marcas fuertes y distintivas con acceso a mercados externos. Signos con valor y valorizables con el tiempo y finalmente el mínimo riesgo de reclamaciones de terceros por uso indebido de marcas idénticas o confundibles.

Los nombres y enseñas comerciales se protegen desde el primer uso sin necesidad de registro. Por tanto requie-






ren del levantamiento de pruebas que conduzcan a demostrar el uso y la fecha real del mismo, de manera que pueda determinarse el inicio y la vigencia de su protección. El depósito del nombre o enseña es un principio de protección, en la medida en que presume uso desde la fecha de solicitud del depósito, pero en todo caso la gestión implicará un adecuado y constante histórico documentado sobre el uso de dicho nombre o enseña para preservar el derecho. Aquí la mayor ventaja competitiva está en la posibilidad real de defender la actividad comercial

En relación con las nuevas creaciones, la mayoría de los países otorgan tres tipos de protección: patentes de invención, patentes de modelo de utilidad y diseños industriales, para los cuales el registro es territorial, así que la solicitud debe ser presentada en cada uno de los países en que se desea contar con un derecho de exclusividad.

Al tratarse de desarrollos tecnológicos el proceso de gestión debería incluir la investigación de la información contenida en documentos patentes, toda vez que es la información más ac-

que tenga por política la realización de este tipo de estudios antes de comenzar la investigación estará adelante de sus competidores pues podrá visualizar los adelantos existentes en el estado de la técnica, aprovechar aquellos que no gocen de protección, no invertirá dinero y tiempo en obtener resultados ya alcanzados por otros, y potenciará sus inversiones de I+D ya sea porque adquiere tecnología de punta o porque la utiliza como punto de partida para sus futuros desarrollos.

Ahora bien, en un entorno tan com-



marca una diferencia con los competidores pues constituye un factor importante para obtener dividendos adicionales mediante el licenciamiento de tecnología, al tiempo que hace que la compañía titular de estos derechos resulte más atractiva para los inversionistas.

Si se trata de secretos empresariales no se requiere de registro pero sí de la adopción de medidas idóneas

La innovación técnica en los productos, los procedimientos y los servicios hace a una empresa competitiva.

para mantener precisamente en secreto dicha información empresarial. Aquí es importante, primero, determinar si el secreto empresarial es protegible como modalidad inventiva y decidir a tiempo, esto es, antes de su comercialización, si es conveniente la protección vía patente o secreto empresarial. Una vez hecho esto, hay que asegurar la guarda física de la información, la determinación del mínimo personal necesario de su conocimiento, los acuerdos de confidencialidad con dichas personas que incluyan medidas verdaderamente persuasivas, los procedimientos de acceso y las demás medidas necesarias según sea la materia secreta de que se trate.

En este evento la competitividad estará dada principalmente por la protección de una información empresarial que genera ventajas sobre la competencia que no tiene acceso a ella y la extensión en el tiempo del monopolio sobre la ventaja que reporta la información secreta y la posibilidad de perseguir jurídicamente a los terceros infractores.

Los derechos de autor nacen con la creación de la obra, pero el registro es el medio de prueba de la titularidad

indispensable. El software se protege por la vía del derecho de autor, y como hoy en día es un instrumento indispensable en el desarrollo empresarial, como lo es internet y el comercio electrónico, es innegable que esta categoría de la propiedad intelectual también ocupa un papel de primer orden en las empresas.

La ventaja competitiva de registrar los derechos de autor está dada por la

posibilidad de probar el derecho sobre la obra y de oponerlo frente a terceros. Gestionar estos derechos y reconocer los que están a favor de terceros, como son los programas de computador que adquirimos en el comercio para nuestro uso, nos evitará situaciones de riesgo y mejor desarrollo comercial para trasladar al mundo sin límites del comercio electrónico las mismas seguridades jurídicas que operan en el ámbito territorial dentro del mercado no virtual.

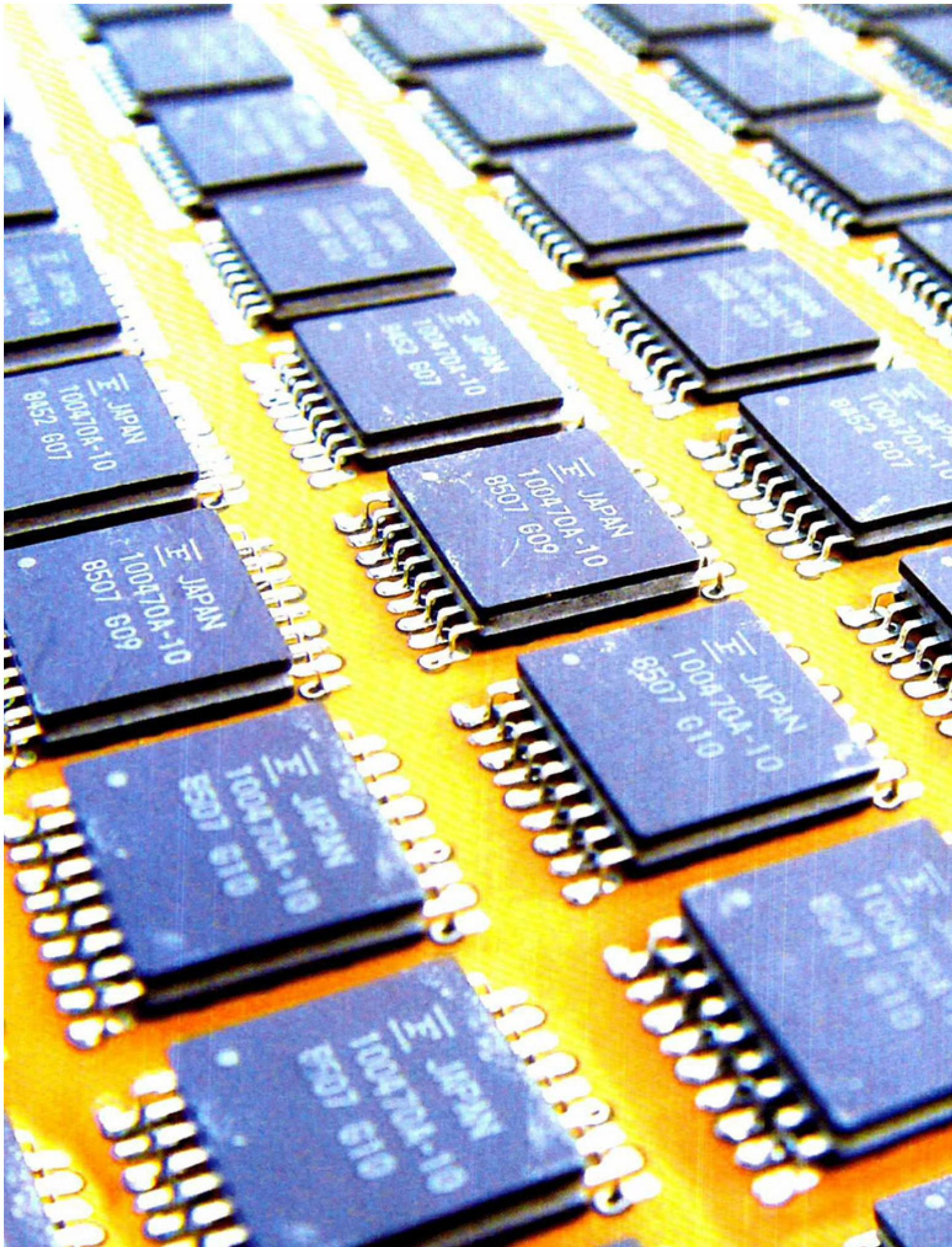
Al hacer un breve recorrido entre las diferentes modalidades de la propiedad intelectual y mostrar las ventajas que su posesión y correcta gestión representan para una empresa, no queda otro camino que reconocer y concluir, como se titula este artículo, que el éxito de la competitividad está en la propiedad intelectual.

Referencia bibliográfica

Gordon, Smith (1998), "The importance of the valuation of intellectual property assets. Valuation mechanism", Documento OMP/PI/G/BUE/98/1, Organización Mundial para la Propiedad

ductos, los procedimientos y los servicios que ofrece una empresa son fundamentales para mantener la fidelidad de los clientes. Siendo así, las patentes como mecanismo de protección de dichas innovaciones son el mecanismo ideal para que terceros no puedan ofrecer a los clientes el producto o proceso protegido, lo que garantiza que el titular del derecho cuenta con la ventaja competitiva de ser el único proveedor que puede suministrar y, por ende, obtener beneficios por la venta del producto.

Adicionalmente, un portafolio de





Productividad
y competitividad

educación

Nos compete
ser competentes

Teresa León Pereira
Educatora
telepereira@yahoo.com

Hoy las discusiones sobre la calidad de la educación no son opcionales. La globalización, que afecta a todos los países, tiene implicaciones sobre los sistemas educativos, los cuales encuentran ante la oportunidad y el reto de impulsar procesos formativos de calidad, de rendir cuentas ante la sociedad y de merecer una acreditación, pero, ante todo, de incrementar permanentemente la capacidad, de innovar de mantenerse competentes y, por ende, auténticamente competitivos.

Deseo unirme al debate sobre las *competencias* que, durante varios años, ha hecho importantes avances conceptuales y procedimentales, los cuales nutren hoy académicamente a las comunidades educativas y sobre los cuales es posible ampliar el campo de discusión.

La invitación es a compartir interrogantes que surgen en nuestro trabajo diario: ¿desde cuándo la humanidad se ha interesado por la gente competente?, ¿cómo la ha valorado?, ¿qué dimensiones alcanzaría el debate si se le diera importancia a hechos como *competer* y *ser competente*, por lo menos, la misma que se le ha dado a *competir* y *ser competitivo*?, ¿en cuáles campos son competentes quienes adquieren una formación integral?, ¿de dónde surgen las ventajas competitivas?

Ser competente. una

procedimientos para llevar a cabo estas actividades y otras necesarias para su subsistencia. No sé cuánta fuerza tuvo este tema en tiempos de Sócrates, pero durante milenios hemos reconocido su gran sabiduría para hacer preguntas importantes, pertinentes y generadoras de conciencia, conocimiento, actitudes y, en consecuencia, desarrollo humano.

En la época de lo virtual, que rompe las barreras de tiempo y espacio, resulta interesante llevar a cabo un conversatorio con personajes como Giambattista Vico, filósofo napolitano, que en 1710 repetía: “conocer significa saber cómo hacer”; con María Montessori, médica y pedagoga italiana, sobre su idea de que “para hacer una cosa con libertad se debe poder y saber hacerla”, y con otros pedagogos, educadores, epistemólogos, investigadores, científicos y humanistas contemporáneos que lideran importantes búsquedas relacionadas con el potencial humano y los procesos y procedimientos más pertinentes para alcanzar su pleno desarrollo. Qué interesante desentrañar en sus obras el significado de “aprender haciendo”, de “aprender en la vida y para la vida”, así como de “aprender a ser, a conocer, a hacer y a convivir”, para que interpretemos sus propuestas y su visión de la educación.

Para que veamos el desarrollo que hemos alcanzado cuando afirmamos que las competencias se entienden como un “saber hacer en contexto” un “saber

para superar la angustia de quienes creen que la evaluación por competencias borra o desconoce todo lo trabajado anteriormente, o que las evaluaciones censales relacionadas con determinados estándares y los procesos de acreditación son fenómenos aislados. Gran importancia tienen también la visión y los conceptos de los representantes de los empresarios y del mundo laboral. A partir de su experiencia, ellos tienen propuestas sobre las competencias que se requieren actualmente.

En mi concepto, a lo largo de la historia la educación ha tenido entre sus

social en el sector educativo por el tema se debe a un hecho coyuntural con varias facetas: la decisión oficial de realizar, en 2000, los exámenes de Estado para los bachilleres basados en unas competencias que antes no eran el fuerte del mismo, la de realizar los Exámenes de Calidad de la Educación Superior, ECAES, y poner en marcha los procesos de acreditación de ofertas educativas y de las instituciones.

De poco o nada habían servido las reflexiones sobre la urgencia de llevar a cabo cambios en lo que se esperaba de los estudiantes, por ejemplo, en el

de un verbo de la lengua castellana: *competer*. ¿Qué tan frecuentemente lo empleamos en nuestras conversaciones así, en infinitivo?, ¿qué queremos decir con expresiones como “a usted le compete o no le compete ese asunto”? Los significados de ese verbo, cuyo infinitivo casi nunca surge en las conversaciones ni aparece en los escritos, encierran una clave para hablar de las competencias con un horizonte amplio, que trascienda las discusiones enmarcadas en las evaluaciones masivas y contribuya a explicitar y a comprender otras competencias que nos exige el diario vivir.

Al revisar la etimología de la palabra *competencia* se encuentra que se deriva del latín *competere*, que en español da origen a dos verbos: *competir* y *competer*, cuyos significados son bien diferentes. Cuando se habla de competencias sin precisar el verbo al cual se hace referencia, generalmente se producen imprecisiones:

- *Competir* significa que una cosa vaya al encuentro de otra, que dos o más personas, grupos o equipos, empresas o países luchen con empeño por una misma cosa, una misma meta, un mismo logro. Este es el verbo más conocido y empleado en relación con el tema de las competencias.

- *Competer* significa corresponder, incumbir, que algo pertenezca a alguien por sus funciones, responsabilidades, proyecto de vida, posición o cargo. Este verbo es menos usual, tanto que en infinitivo suena raro y casi no se encuentra ni en los escritos ni en las conversaciones.

Conviene señalar dos adjetivos que nos ayudan a reconocer el verbo al cual se refiere la palabra *competencia*:

- *Competitivo*: este calificativo se emplea para referirse a quien está dispuesto a competir y a quien participa en una contienda, rivalidad, evento o gesta deportiva. Los modelos de desarrollo

El papel de la educación es definitivo en la generación de condiciones para que Colombia pueda ser competente y auténticamente competitiva.

propósitos el de facilitar las condiciones para que los estudiantes se hagan competentes, y las sociedades han reconocido como tales, aunque algunas veces de manera tardía, a quienes se desempeñan en forma idónea, oportuna, proporcionada, ética. Sucede que las competencias que se requieren para el desempeño humano dependen de la dinámica de las culturas y éstas tienen componentes históricos que determinan lo que las personas deben ser, saber, sentir, cultivar y hacer. Por eso, algunas competencias que se valoraban hace veinte o treinta años resultan menos importantes hoy, mientras que otras empiezan a considerarse necesarias.

En el país no es novedoso hablar de formar ciudadanos y profesionales competentes. Lo novedoso sería encontrar los mecanismos o estrategias para llegar a serlo. Parece que no han sido suficientes las reflexiones y las propuestas. Para

área de lenguaje. Pero cuando en los exámenes de Estado se introdujeron las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas y, luego, la prueba de comprensión lectura, se movieron muchos resortes de la dinámica de las instituciones de educación, como los currículos, los textos y las evaluaciones. Desde esa realidad considero que hay por lo menos unos indicadores de que la evaluación es una variable que mueve al sistema educativo. ¿Sabrán esto las autoridades educativas y, por eso, en virtud de sus competencias, ordenan las evaluaciones censales y promueven la participación en evaluaciones internacionales?

Reflexiones sobre *competer* y *ser competentes*.....

Algunos conceptos claves de este artículo



a los países productos y mercados altamente competitivos, con lo cual se amplía el concepto y su campo de aplicación.

- *Competente*: cuando la noción de competencia se refiere al verbo *compe-ter* significa que algo (un desempeño, un procedimiento, una decisión) es apto, idóneo, proporcionado, oportuno, adecuado. Se dice que la persona cuyo actuar merece esos calificativos es competente o que actúa con competencia. En el lenguaje usual se reconoce que personas como los padres, niños, jóvenes, educadores, autoridades y jueces tienen competencia sobre cosas que les incumben.

Dentro de esta perspectiva, las preguntas por las competencias abarcan un campo extenso, que incluye las diversas dimensiones del desarrollo integral humano individual y colectivo, los distintos escenarios y todas las edades. A medida que el bebé, el niño o la niña, desarrollan conciencia y autonomía para realizar ciertas acciones o funciones, se van volviendo competentes en esos asuntos. Se requiere que sepan lo que desean y que tengan procedimientos y estrategias para conseguirlo y evaluar

que empleen términos técnicos ni que la comunidad pregone que forma ciudadanos competentes; es fundamental que los niños sepan para dónde van y que lo logren. Los padres y madres de familia generalmente no emplean la palabra *competencia* en sus conversaciones sobre los avances de sus hijos y no hace falta que lo digan; además, esos términos no son todavía propios de su lenguaje cotidiano. Lo importante es que los pequeños tengan la orientación y el acompañamiento pertinentes. A los establecimientos educativos les corresponde generar ambientes con las condiciones necesarias para que quienes acudan a ellos desarrollen progresivamente sus talentos, adquieran conocimientos, valores, actitudes y un talento que les permita generar y llevar a cabo un proyecto de vida para realizarse y ser útiles a la sociedad. Este proyecto se ve afectado por las circunstancias familiares y por el contexto sociocultural, económico y político que viven los estudiantes.

En ese contexto se construye un proyecto educativo en el que las áreas del conocimiento y de la formación humana tienen que promover las compe-

del desarrollo humano —vale decir, en lo físico, lo afectivo, lo cognoscitivo, lo ético, lo estético, lo moral, lo espiritual, lo social, lo cultural—. Los nombres de esas dimensiones pueden variar según los enfoques y las escuelas psicológicas; las dimensiones concuerdan con el primer fin de la educación colombiana, consagrado en la Ley 115 de 1994.

Aun si se comparten conceptos sobre la formación integral, en la práctica evaluativa se le ha dado prelación al desarrollo cognoscitivo. Hoy las sociedades conocen y proclaman la importancia de la formación social, ética, afectiva y ciudadana. Múltiples factores han producido esta situación: los conocimientos sobre la mente y el cerebro, las oportunidades que brindan las nuevas tecnologías de la comunicación y la información y las evidencias diarias de que el énfasis en las llamadas “ciencias duras” no es suficiente para que los ciudadanos y los países asuman los retos que la realidad impone. Entre las ciencias duras están la física, la química y todas aquellas que se precian de generar, manejar y evaluar conocimientos “objetivos”. Hablamos también de “ciencias blandas” y entendemos por

que dan importancia a la interpretación, la comprensión de la vida y de las culturas y que para generar conocimiento científico estudian lo subjetivo, valoran la intersubjetividad y buscan la comprender los procesos y fenómenos.

Parte de lo que la sociedad valora es que las llamadas ciencias duras resuelven problemas blandos, de esos que se encuentran en largas listas de los textos escolares, mientras que los problemas duros de la vida real, como los ecológicos, las desigualdades sociales, el desempleo, los personales y los de la convivencia, se dejan a las llamadas ciencias blandas. Para atender esos aspectos vitales —algunos de ellos no son directamente tangibles—, hacen falta competencias que van en la línea del pluralismo, la complejidad, la perseverancia y la resistencia.

Si esto se valora, se genera una condición favorable para un enorme trabajo pedagógico que ubicaría a las artes, la educación física, la ética, la democracia, la educación religiosa y a

todos los denominados “ejes transversales” en el sitio que les corresponde, en tanto espacios de formación de ciudadanos competentes para hacer que la calidad de vida sea posible para todos. Para conseguir la voluntad política que asigne a los docentes los recursos necesarios, es importante difundir tanto el análisis y la comprensión del carácter de las áreas fundamentales, que lleva al ministerio a destacarlas como obligatorias en la educación básica y media.

Algunas fortalezas y debilidades

La discusión nacional se ha desarrollado casi exclusivamente en torno a la conceptualización de las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas, y a su desarrollo con el apoyo de las áreas del lenguaje, las matemáticas, las ciencias naturales, las ciencias sociales y las competencias ciudadanas. Existen razones para esa selección. La primera y más importante es que son

áreas fundamentales, ya que están presentes en cualquiera de las dimensiones de la formación humana que se apoyan en las áreas o disciplinas ya mencionadas, como lo reconocen los documentos pedagógicos y la legislación colombiana. La segunda es que existe amplia fundamentación pedagógica y recomendaciones nacionales e internacionales para fomentarlas. Y la tercera es que el Servicio Nacional de Pruebas del ICES y otros grupos evaluadores poseen amplia experiencia en el diseño y la aplicación de procedimientos e instrumentos para evaluarlas masivamente con lápiz y

números los niveles de logros académicos alcanzados en cada una de ellas. Por eso, dichas áreas han sido tradicionalmente incluidas en las evaluaciones masivas regionales, nacionales e internacionales. El sector educativo ha avanzado significativamente en ese campo, es decir, ha desarrollado altos niveles de competencia al respecto.

Pero la formación integral, ésa que necesitamos para asumir la vida con sus desafíos y oportunidades, comprende, como se señaló anteriormente, muchas otras capacidades, habilidades, actitudes y valores —hoy diríamos competencias—, respecto a las cuales circula poca información. Son escasos los debates y están poco difundidas las experiencias de evaluación. Llama la atención el hecho de que en relación con los comportamientos, es decir sobre lo que las personas, los grupos o los países hacen, dicen o dejan de hacer, abundan los comentarios y valoraciones, pero no se han desarrollado procedimientos ni instrumentos para evaluarlos sistemáticamente. La tendencia es a calificarlos o descalificarlos con comentarios de pasillo. Al respecto, es preciso reconocer si no una debilidad, un campo en el cual apenas se está empezando a trabajar. Es loable, dada la importancia que tiene para la vida nacional, el posicionamiento que el Ministerio de Educación le está dando a las competencias ciudadanas y a los fines sociales del aprendizaje de las áreas del conocimiento que se habían dejado de lado hasta el momento.

Algunas comunidades educativas discuten, por ejemplo, si la evaluación del área de ética debe tenerse en cuenta para decidir la aprobación o reproprobación de un determinado grado por parte de un estudiante, y afrontan serias dificultades para llegar a un consenso. La discusión no ha avanzado todavía lo suficiente. Los que sí avanzan y crecen sin cesar son los problemas sociales, éticos y ecológicos en los municipios,



educación no es responsable de esos problemas. Es verdad que el sistema educativo no dispone de los elementos ni del poder necesarios para resolverlos, pero también es cierto que ninguno de ellos se resuelve sin el aporte de la educación. Estamos ante el reto de unirnos como instituciones y como países para comprender lo que nos sucede y actuar de manera competente.

En el foco de la discusión están competir y ser competitivos

Dada la interdependencia a la que estamos sometidos todos los países cuyo modelo de desarrollo conlleva una economía de mercado y una sociedad de consumo, es necesario tener en cuenta la otra connotación de las competencias, la que se refiere a competir y a la competitividad. Hasta hace unos años nos resultaban familiares las competencias deportivas, que deseamos sean siempre "sanas competencias". Aunque en la realidad el triunfo de uno de los contendores requiera el fracaso del otro, así el proceder de ambos se ajuste a la ética y a las demás las normas del deporte, cabría una discusión sobre lo que se entiende por "sano" en el hecho de competir. Una cosa es actuar de manera competente cuando los contendores "juegan limpio" y otra muy distinta es competir en circunstancias en las que la incompetencia lleva a algunos contendores a emplear trucos y estrategias poco éticas y no son esperadas o empleadas por los demás. ¿Cómo preparar a los estudiantes para que tengan actuaciones idóneas en tales circunstancias?

Pero más allá de lo deportivo, los humanos, *competentes o no*, estamos sometidos a competir como personas y como países por asuntos de trabajo, de mercado, de oportunidades para satisfacer necesidades de subsisten-

se vean los efectos de ser personas y comunidades competentes: para que los principios de la solidaridad y la búsqueda del bien común no se borren de las actuaciones humanas y para no ser inferiores a los retos de la vida industrial, laboral y social. Ese tema invita a continuar esta reflexión en otro espacio.

Los modelos pedagógicos actuales incluyen concepciones de desarrollo humano, metas de formación, secuencias curriculares, metodologías y evaluaciones que fundamentan procesos educativos orientados a incrementar las opciones de realización de las personas, de las comunidades y de las naciones, en un mundo que requiere cada vez más que emplee de todo el potencial humano en los campos de la solidaridad, del crecimiento en equipo, del manejo de problemas y de la adquisición de competencias colectivas hasta las capacidades relacionadas con la visión holística, el manejo comprensivo y analítico de códigos y símbolos, la abstracción, la creatividad y el aprendizaje y el cambio permanentes.

En su informe conjunto, la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo afirmó que la mayor ventaja competitiva que un país puede adquirir es su gente, pero, consideraba la Misión, gente plenamente cultivada y con todas sus capacidades aprovechadas. Cómo adquirir esa ventaja competitiva es un tema objeto de constante reflexión en el sector educativo. Como un avance para nuevos desarrollos, van enunciadas las siguientes ideas. La ventaja competitiva surge en ambientes de motivación, valoración del mejoramiento, innovación y cambio. Éste se consigue cultivando intencionalmente un sistema de valores. Su sostenimiento requiere tener la capacidad de aprender teniendo en cuenta el aquí y el ahora y también el afuera y el mañana. El papel de la educación es definitivo en la generación de condiciones para que Colombia pueda ser compe-

Clarke, Modet & C°

FUNDADA EN 1879

Clarke, Modet & C° Colombia

Gestión en Propiedad Intelectual.

Consultoría en Propiedad Intelectual.

Registro y Protección de Signos Distintivos y Patentes de Invención.

Asesoría en Derechos de Autor y demás aspectos relacionados con nuestra especialidad.

Bogotá D.C.
Cr. 11 No. 86 - 53 p. 6
PBX (571) 6181088
Fax (571) 6350824
info@clarkemodet.com.co

Medellín
Cr. 43 A No. 1 A sur - 29
Edificio Colmena Oficina 404
PBX (574) 3110001
Fax (574) 3117312

<http://www.clarkemodet.com>

ESPAÑA- PORTUGAL-
ARGENTINA-BRASIL-CHILE-
MEXICO-PERU-VENEZUELA

Planeación

Planeación y competitividad

Carmenza Saldías Barreneche

Economista de la Universidad Jorge Tadeo Lozano; máster en Planificación y Administración del Desarrollo Regional de la Universidad de los Andes; investigadora y consultora.

carmenzasaldiasbarreneche@gmail.com

Introducción

La planeación y la competitividad están unidas entre sí y lo están a la suerte de las empresas, las ciudades y las regiones, que son las que compiten en el escenario global. En particular, las ciudades y regiones deberán hacer planeación si quieren estar en este escenario al que sólo podrán acceder si ofrecen a la ciudadanía crecimiento económico y calidad de vida.

El argumento central de este artículo es que si la planeación es la manera racional de tomar decisiones actualmente y las buenas decisiones generan competitividad, es decir, calidad de vida y desarrollo sostenible, las ciudades, que son las que van a competir en el mundo globalizado, deberán hacer planeación y ésta deberá ser la nueva forma de hacer política.

La planeación

En su significado más general planeación quiere decir saber lo que se quiere y cómo lograrlo. En estos términos, es una actividad que compete a todos los seres humanos, y aun a muchas comunidades animales que, por ejemplo, se preparan para el invierno o programan su migración. La planeación del qué y el cómo se obtiene es un asunto de sobrevivencia, de tomar decisiones por adelantado acerca de las condiciones que se consideran deseables para vivir mañana, y esto parte desde lo cotidiano. Otra cuestión es que esta actividad sea o no consciente, sistemática y proactiva. Porque cada día representa para cada persona una secuencia de acciones que conducen a un fin, que usualmente se logra en el mañana, que debe realizarse de una manera y no de otra, y que implica decidir en un sentido u otro según las expectativas, las circunstancias y los recursos disponibles.

siguiente y aun en algunas cosas que pasarán semanas o meses o años más adelante: qué ponerse mañana, qué hacer, qué comer. Pero también puede estar presente un viaje, de trabajo o de vacaciones, que se llevará a cabo en

Las ciudades deberán hacer planeación para tomar decisiones acertadas.

unas semanas, o un evento que ocurrirá meses después, o el proyecto de estudiar una maestría o un doctorado para empezar el año siguiente.

Aunque pueda parecerlo, esto no significa "tener la vida programada". Más bien sería tener conciencia de que hay que tener un programa para la vida de hoy, pero sobre todo para la vida mañana, porque ese mañana es el que le da el sentido a buena parte de las acciones de hoy y es el que le da norte al camino.

Es cierto que hay gente que vive al día. Para algunos es un estilo de vida en el que la improvisación y la incertidumbre introducen el elemento sorpresa para satisfacer la necesidad de aventura y adrenalina permanentes. Tal vez ésta es una alternativa para seres relativamente individualistas, sin responsabilidades familiares y con suficiente capacidad de riesgo como para jugar, aún con la solución y atención de las cosas más básicas.

Para otros es una imposición, pues la carencia de raíces, de recursos, de condiciones para la competencia, casi inhibe la posibilidad de fijarse objetivos, excepto aquellos que se refieren a la sobrevivencia básica. Y en ausencia de la capacidad para planear, queda entonces el "rebusque", que requiere grandes dosis de planeación con resultados muy escasos; o la resignación, poner la vida en manos de otros: Dios

o, el gobierno o la sociedad quieran ofrecer.

Así las cosas, la planeación es la capacidad para fijarse uno o más objetivos a lograr y la manera de obtenerlos efectivamente. Esto significa capacidad

para decidir, para actuar y aun para corregir, cuando los resultados no son los esperados o la forma de conseguirlos presenta dificultades. En otras palabras es conciencia (que también es conocimiento), autonomía y voluntad para hacer de la vida una construcción propia, ajustándose a los principios de realidad que se imponen, o atreviéndose a superarlos, con la definición precisa de qué y cómo lograrlo, manteniendo la paciencia, la persistencia y la fortaleza que demanda toda construcción.

El proceso de planeación

Una definición técnica de la planeación¹ indica que ésta es: "Un proceso que comienza con el establecimiento de

1. Para ilustración, se presentan otras definiciones de planeación que están citadas en la siguiente página de la red: lobos.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/procesoadmvo/tema2_1.htm.

"Consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo, y la determinación de tiempos y números necesarios para su realización". A. Reyes Ponce.

"Determinación del conjunto de objetivos por obtenerse en el futuro y el de los pasos necesarios para alcanzarlos a través de técnicas y procedimientos definidos". Ernest Dale.

"Es la selección y relación de hechos, así como la formulación y uso de suposiciones respecto al futuro en la visualización y formulación de las actividades propuestas



objetivos; define estrategias, políticas y planes detallados para lograrlos. Es lo que establece una organización para poner en práctica las decisiones, e incluye una revisión del desempeño y retroalimentación para introducir un nuevo ciclo de planeación” (Steiner, 1969).

Esta definición se refiere a la planeación en las organizaciones e introduce el carácter sistémico y la capacidad crítica de la misma. Puede que la planeación en lo personal probablen-

“Es el primer paso del proceso administrativo por medio del cual se define un problema, se analizan las experiencias pasadas y se esbozan planes y programas”. J. A. Fernández Arenas.

“Consiste en determinar los objetivos y formular políticas, procedimientos y métodos para lograrlos”. L. J. Kazmier.

“Sistema que comienza con los objetivos, desarrolla políticas, planes, procedimientos, y cuenta con un método de retroalimentación de información para adaptarse a cualquier cambio en las circunstancias”. Burt K. Scanlan.

“Método por el cual el administrador ve hacia el futuro y descubre los alternativos cursos de acción, a partir de los cuales establece los objetivos”. Joseph L. Massie.

“Planear es el proceso para decidir las acciones que deben realizarse en el futuro, generalmente el proceso de planeación consiste en considerar las diferentes alternativas en el

te no afecte más que a la propia persona o a su entorno más inmediato, y por lo mismo puede o no hacerse con más o menos rigor o persistencia; sin embargo, cuando se trata de organizaciones, incluidas las familias, para todas aparece un factor adicional, que es la responsabilidad frente a terceros. Ya no es suficiente pensar en el mañana, sino que existe la obligación de hacerlo apoyados en un conocimiento más juicioso, pues toda toma de decisiones implica consecuencias para varios o muchos, para miles o millones de personas, que viven hoy o estarán mañana.

La planeación, que está asociada a la administración pública o privada, puede considerarse como una fase del proceso administrativo mediante el cual se fijan directrices, estrategias y se escogen alternativas y cursos de acción en función de objetivos y metas generales, económicas, sociales y políticas, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos reales y potenciales que permitan establecer un marco de referencia necesario para concretar programas y ac-

De lo anterior se puede destacar: uno, que estamos hablando de un proceso, no de un producto o un momento, sino de una actividad que se incorpora en el quehacer de las organizaciones para orientar la toma de decisiones con mayor probabilidad de asertividad. Dos, que es esencial definir los objetivos y escoger las estrategias y las alternativas, para las cuales el conocimiento es crítico. Tres, que es menester estar consciente de la escasez de los recursos, lo cual hará más realistas y probables sus resultados. Cuatro, que la planeación debe concretarse en visiones comunes a partir de las cuales se definen áreas de intervención y acciones comunes, para convertirse en espacios de convergencia de voluntades, necesarios para garantizar la realización de lo planeado. Quinto, que para cerciorarse de que lo planeado se logró, hay que hacer seguimiento de manera permanente.

Ahora bien, la planeación hace parte del quehacer de las organizaciones desde tiempos inmemoriales. No de otra forma puede entenderse el llamado



cho resultó de la capacidad de algunos para imaginar nuevos objetivos para la sociedad y de movilizar y congregar voluntades y recursos para lograrlos. En la actualidad se podría sostener que lo nuevo, lo distinto, está referido, de un lado, a la capacidad para conocer un fenómeno, analizar una situación y disponer de medios e instrumentos para simular y evaluar antes las suposiciones y sus resultados, lo que introduce una mejor capacidad para anticipar y mitigar, o eliminar, las contingencias, las incertidumbres y los riesgos, al tiempo que potencia e impulsa las fortalezas y las oportunidades.

De otro lado, la velocidad y dinámica de cambio que caracterizan a la sociedad contemporánea hacen de la planeación una necesidad vital para garantizar la permanencia y el crecimiento de las organizaciones. Sin planeación, las organizaciones estarían sometidas a grandes dificultades para establecerse, operar, ganar legitimidad entre sus usuarios o clientes o asociados, lo que no excluye la posibilidad de producir

garantía alguna de sostenibilidad o existencia futura. Más aún, la planeación le facilita a las organizaciones asimilar el cambio en el entorno, el sector o la actividad, pues las interrelaciones entre la actividad particular y el resto se hacen cada vez más fuertes a medida que la complejidad se convierte en la regla de la sociedad actual.

Competir en el mundo actual tiene que ver con la calidad de lo que se es.

Podemos, pues, intentar una definición integral de la planeación como un proceso continuo que, una vez se pone en marcha, es irreversible e indefinido; a lo largo de éste se evalúa y analiza con objetividad el estado, la estructura y el comportamiento de una realidad para identificar las áreas o variables que presentan problemas los cuales deben resolverse y fijarse a través de procesos

unos objetivos, que a su vez se expresan en estrategias y políticas que definen el carácter y el sentido de la intervención y la acción, y en proyectos, que contemplan recursos económicos, físicos, humanos y responsabilidades de actuación en términos funcionales y temporales para su desarrollo y ejecución, de acuerdo con las restricciones que la realidad impo-

ne. Asimismo, la planeación involucra de manera crítica la retroalimentación, sin la cual su ejercicio podría ser pura retórica, pero más aún porque es en la retroalimentación donde se puede saber efectivamente de la pertinencia de lo actuado para redefinir los objetivos y metas y reiniciar el proceso, que en una suerte de iteración permanente, se encarga de mantener la coherencia de los objetivos

pósitos que orientan una organización o sociedad.

La Planificación Estratégica Urbana (PEU)

La planeación se realiza para distintos ámbitos: empresarial, gubernamental, poblacional, personal, presupuestal, de obras civiles, de la producción, etc. También se ejecuta para distintas dimensiones: global, sectorial, institucional y regional. Y su cobertura temporal comprende el corto, el mediano y el largo plazo.

De particular interés para la competitividad resulta la Planificación Estratégica Urbana (PEU) que: "Es aquella que determina los objetivos estratégicos de una ciudad o un territorio, entendiéndose por objetivos estratégicos aquellos que permiten a la ciudad conseguir en el mediano plazo (4 a 8 años) una posición de competitividad económica y de calidad de vida superior a la media de las ciudades de su entorno tomadas como referencia. Como mínimo, los objetivos estratégicos son los que aseguran un crecimiento de las variables anteriores por encima de la media del entorno durante un período de referencia" (Saldías, 2006: 18).

Es fácil pensar que las organizaciones o las ciudades necesitan continuar haciendo más y mejor, para extender hacia el futuro la situación de hoy. Un escenario inercial es apropiado para

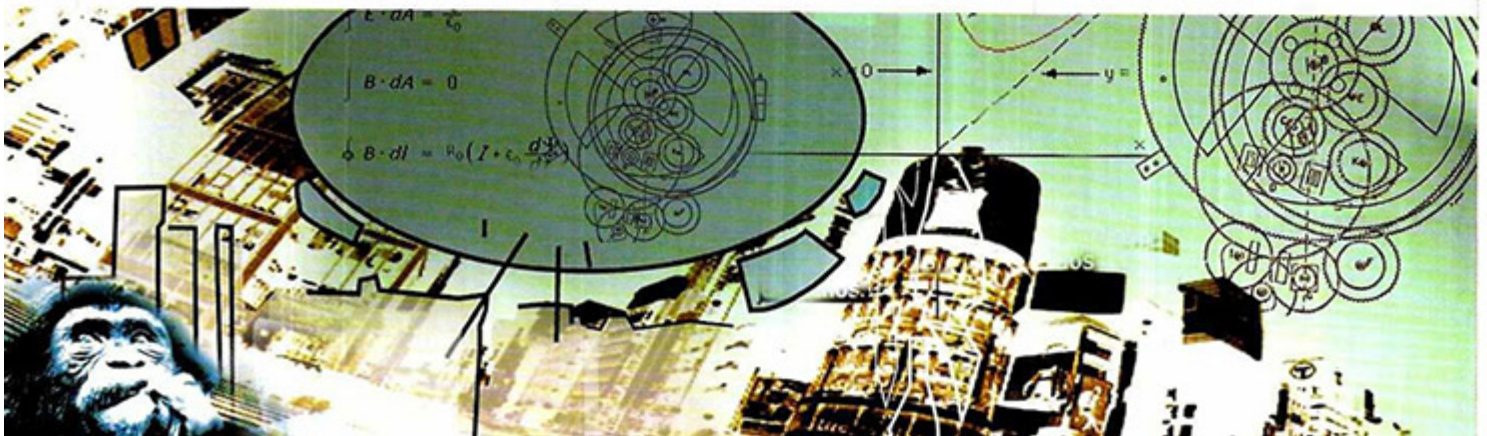
quienes piensan que todo siempre está bien como está, se acomodan o tienen aversión al riesgo. Sin embargo, el manejo de los asuntos de las organizaciones y las ciudades, de los problemas de diversa índole que éstas presentan, exige en muchas ocasiones decisiones que implican cambios, quiebres y transformaciones. En otras palabras, la planificación estratégica² es la indicada cuando se trata de crear un futuro diferente, lo nuevo, lo distinto, lo que genera la ruptura. No lo es, en cambio, para manejar situaciones de rutina, como tampoco es adecuado aplicar estrategias de rutina para tomar decisiones estratégicas, siendo estas últimas problemas y oportunidades para los cuales no hay ninguna política estándar ni genérica, pues el propósito es crear discontinuidades y rupturas que en cada caso corresponden a la situación que las genera (Saldías, 2006: 18).

Además de significar diferencia, la estrategia quiere decir conocimiento y concentración. Conocimiento que, como señala el Sun Zi (2001-2002:

2. Es conveniente distinguir entre Efectividad Operativa (EO) y Estrategia. Ambas "son esenciales para un desempeño superior [...], pero actúan en diferente forma. La EO significa hacer mejores actividades similares a las de los competidores. La Estrategia significa hacer actividades diferentes a las de los competidores o hacer actividades similares en formas diferentes. La competencia basada en EO solamente, es mutuamente autodestructiva [...]. Los gerentes gradualmente han permitido que la EO suplante la Estrategia. El resultado es un juego de suma cero" (Porter, 1996).

132), es fundamental para abordar una operación que tenga probabilidades de terminar con éxito. La toma racional de decisiones sólo puede apoyarse en información, análisis y diseño de alternativas que respondan a los parámetros técnicos y éticos suficientes para garantizar que se actúa con la mayor conciencia del carácter de futuro de las mismas. Concentración porque, de un lado, las demandas de la sociedad en los diversos planos suelen ser innumerables, inagotables y cada vez más exigentes y, por otro lado, los recursos son escasos por definición. Entonces, la decisión estratégica es, sobre todo, aquella que obliga a definir prioridades y a optar por un conjunto reducido de tales prioridades para intervenir y actuar, y esta decisión bien vale tomarse con el mejor conocimiento posible.

También quiere decir participación de la sociedad por intermedio de sus representantes y líderes políticos, entre éstos su autoridad principal, quien debe liderar el proceso, apoyado por las comunidades empresariales, sociales y académicas, sin cuya presencia y compromiso el ejercicio sería puramente técnico o burocrático. Y también quiere decir comunicación, evaluación y seguimiento, factores que hacen posible la apropiación de los propósitos por parte de la ciudadanía, pero siempre soportados en la comunicación veraz que sólo es posible si se hace control y evaluación de la más rigurosa calidad.



Nuevos horizontes de la planeación

Actualmente, es clara la necesidad de hacer una planeación estratégica para ámbitos territoriales más allá de los perímetros urbanos de las ciudades. La época del urbanismo de expansión, en que la planeación de la gran ciudad se limitaba a organizar un crecimiento para tragarse a su paso áreas rurales, zonas de producción de alimentos, ciudades y pueblos, menores, empezará a estar superada cuando se intenten nuevas formas de colaboración y desarrollo entre ciudades de una red urbana regional, que se reconocen interdependientes, pero capaces de mantener la autonomía y de conformar ciudades compactas y completas.

Pero los cambios en las relaciones entre las ciudades y su entorno están limitados aún por la inercia de las estructuras institucionales, que pueden ser un obstáculo para el efecto de

impulso que la gran ciudad genera en su territorio. Tal vez sea sensato esperar que se formule una estrategia nacional de fortalecimiento del sistema urbano regional, que permita superar las restricciones derivadas de perímetros cuyos tamaños no se corresponden con los que serían convenientes para la nueva gobernanza territorial. Pero aun si la nación no lo hiciera, es de esperar que las ciudades y sus regiones adquieran la comprensión y la decisión suficientes sobre la necesidad crítica de hacer planeación para construir futuros posibles y de hacerla con las ciudades y áreas de su entorno: sin las cuales el futuro no será sostenible.

Competir en el mundo actual y del mañana tendrá mucho que ver con la calidad de lo que se es, con la capacidad de hacer mejor lo que se sabe, de ser distinto siendo lo que se es. Pero para saber lo que se es y se desea ser, que parece cosa fácil, cuando se refiere a la ciudad, su región y sus miles o millones

de habitantes, se vuelve un asunto de Estado que no todos saben ver. Y como asunto de Estado es complejo y lo complejo se administra, y la planeación sirve para manejar esa complejidad. Competir pasa por la planeación, si las ciudades compiten deben hacer planeación. Planeación regional, planeación estratégica, son nuevas formas de gobernar en lo territorial.

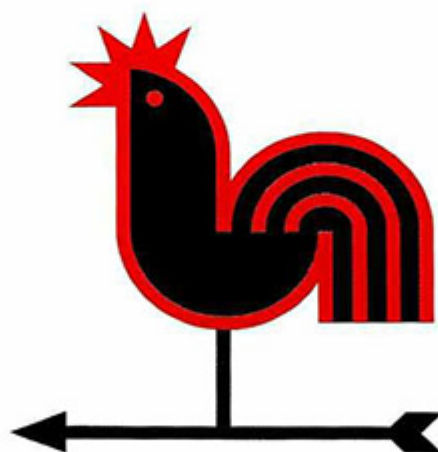
Referencias bibliográficas

Porter, Michael (1996), "What Is Strategy?" en *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre, Boston.

Saldías, Carmenza (2006), *Sistema de certificación de la calidad de la planificación estratégica*, CIDEU, Bogotá, p. 18.

Steiner, George, A. (1969), *Management Planning*, Londres, The Macmillan Company.

Zi, Sun (2001-2002), *El arte de la guerra*, Madrid, Editorial Trotta, p. 132.



EL MUNDO EN BOGOTÁ
www.hjck.com

Desde 1950 una emisora para la inmensa minoría

Competitividad y el entorno organizativo de las pymes en Colombia

Marleny Cardona Acevedo

Economista de la Universidad de Antioquia
y doctora en Ciencias Sociales
del Colegio Frontera Norte (México).

Directora del Grupo de Estudios Sectoriales
y Territoriales (Esyt),

Profesora de la Universidad Eafit.

mcardona@eafit.edu.co

Enrique Barriga Manrique

Economista de la Universidad Externado de Colombia,
especialista en Finanzas de la Universidad Eafit
y magíster en Economía y Desarrollo Industrial con
especialización en Pymes de la Universidad Nacional
de General Sarmiento (Argentina).

Profesor titular Departamento de Finanzas,
Universidad Eafit.

Carlos Andrés Cano Gamboa

Asistente de Investigación del Grupo de estudios
sectoriales y territoriales (Esyt) y profesor de cátedra
de la Universidad Eafit de Medellín.

Economista Universidad Eafit. Aspirante a Magíster

Introducción

La competitividad organizacional se construye socialmente en el territorio y para lograrla, se combinan dinámicas internas y externas a ella. El surgimiento de empresas depende, en gran medida, de la articulación de la estructura productiva entre las pequeñas y medianas firmas que les presten servicios o suministren productos en condiciones de eficiencia.

En el marco de la nueva reorganización industrial, caracterizada entre otros factores por la globalización productiva y la profundización de la competencia por conquistar los mercados, tiene especial relevancia la “especialización flexible”, que comprende la capacidad de una empresa para responder de manera adecuada a los cambios en el mercado. La flexibilidad, en este caso, se refiere a la posibilidad de adaptar al mercado el tipo de bienes que se fabrican, la cantidad de mano de obra, los insumos y el proceso productivo mismo. En este último resulta importante el uso de equipos multipropósitos, la interacción de empresas (grandes, medianas y pequeñas) y las modalidades de subcontratación, debido a que en la mayoría de los casos las empresas de escala productiva reducida no utilizan equipos complejos ni su estructura productiva permite atender, de forma oportuna, la fabricación sobre pedido, entre otros requerimientos.

El entorno de cualquier segmento de industria tiene un papel importante en la selección de las estrategias de las empresas. Entre las variables de entorno se destacan: i) la dotación de factores, ii) la demanda local, iii) la sofisticación de las industrias de apoyo locales y los servicios relacionados y iv) la estrategia de la firma y la rivalidad del mercado. En el proceso de innovación confluyen distintos conocimientos y capacidades que están presentes en las diferentes áreas de la firma, cuyos resultados dependen de la cultura organizacional y de la estructura productiva. A lo largo del tiempo, la interacción entre este conjunto de factores genera un patrimonio de competencias en muchos casos intangibles y específicas a las firmas, las cuales determinan y condicionan su capacidad innovadora.

Capacidad innovativa y actividad tecnoproductiva de las pymes

En la economía tradicional el nuevo conocimiento no desempeña ningún papel. El crecimiento económico se soporta en la eficiencia estática determinada en las economías de escala. En contraste, las nuevas teorías son dinámicas y enfatizan el papel del conocimiento en la explicación del crecimiento económico. El conocimiento es incierto, asimétrico y asociado con altos costos de transacción, lo que afecta el valor económico esperado de las nuevas ideas. Los emprendedores tienen un incentivo para iniciar sus empresas e intentar comercializar la percepción de valor de sus ideas de negocios. Una característica de las teorías evolucionistas se focaliza en el cambio como se transforma fenómeno central, en la forma como las empresas, sectores económicos y regiones enteras.

Lo que resulta de las nuevas teorías evolucionistas y de la evidencia empírica en el papel del emprendimiento de nuevas pequeñas empresas es que los mercados están en movimiento y que el surgi-

En la economía tradicional el nuevo conocimiento no desempeña ningún papel.

Gráfico 1. Características de las pymes y las grandes empresas en relación con la innovación



tratando de entrar a las industrias existentes. Típicamente los nuevos emprendimientos inician con una escala de producción reducida, motivados por la expectativa de ganancias que se basan en su conocimiento sobre cómo hacer algo (European Commission, 2003). Los emprendedores ejercen un impacto positivo en la economía, entre otras razones porque constituyen un mecanismo de diseminación del conocimiento, clave para el desarrollo endógeno (Romer, 1986). Identificar los mecanismos de transmisión del conocimiento, génesis de la actividad innovadora, es importante porque puede ser uno de los focos de atención de la política económica.

Las relaciones y las capacidades de producción, tanto en capital como en trabajo, generan crecimiento económico desde la utilización y las condiciones de las tecnologías, como forma de acumulación y difusión del conocimiento en la transformación industrial. Esto supone la articulación de firmas productivas que permitan superar la frontera de la innovación y el desarrollo a nivel global y local, en especial en las mipymes¹, dada su flexibilidad estructural y su capacidad de adaptación².

La innovación es acumulación de conocimientos. Según Bessant (2005), el aprendizaje no es automático y existen múltiples encrucijadas donde puede fracasar si no se afrontan adecuadamente los

1. Las mipymes conforman hoy la estructura productiva por excelencia, por las formas de contratación, la capacidad productiva y los requerimientos tecnológicos, al ser proveedoras, productoras y comercializadoras articuladas, en muchos casos, a la gran empresa por su eficiencia, productividad y competitividad. Las mipymes han desempeñado un destacado papel en la industrialización de la mayoría de los países, independientemente del desarrollo de sus economías. En Colombia, las mipymes representan 92,2% de los establecimientos industriales, generan 33% del total de valor agregado, el 30,9% de la inversión neta, el 44,9% del consumo industrial y el 33,3% de las exportaciones no tradicionales. La distribución geográfica de las unidades establece que las mipymes, en términos generales, siguen la misma tendencia del total de la industria manufacturera y reúnen prácticamente el 70% de ésta, en los cuatro principales centros productivos: Cundinamarca-Bogotá, Antioquia, Valle y Atlántico.

2. Según Bessant (2005), las pymes soportan desventajas al tratar de innovar, especialmente por la falta de factores clave para el proceso. A menudo carecen de recursos esenciales, como dinero, tiempo, experiencia, habilidades básicas y equipo técnico especializado y, con frecuencia, están comprometidas por intereses parciales que limitan su capacidad

obstáculos³. Las pymes se han visto afectadas por la extensión de la competitividad a escala mundial. En estos escenarios, mantener la cuota de mercado equivale a incrementar la eficacia para que, de esa manera, se pueda responder a los requerimientos de los clientes y a la fuerte acción de la competencia.

Según Soto y Dolán (2004), si bien a primera vista esta dinámica obligatoria de mejora continua parece que puede implementarse favorablemente en las empresas grandes, ocurre que las pymes presentan potencialidades que, a priori, les permiten desenvolverse exitosamente en este nuevo orden económico, principalmente por: 1) su elevado grado de flexibilidad, y 2) el acceso a nuevas formas de distribución de los productos que les permiten afrontar la apertura hacia los mercados exteriores a través de las asociaciones sectoriales y alianzas (véase gráfico 1).

De acuerdo con Acs y Audretsch (1998), poco se ha escrito en la literatura económica sobre la identificación de las condiciones y contextos de mercado que son propicios para la actividad innovadora y de aquellas condiciones que la investigación empírica ha concentrado en la innovación de las grandes empresas mientras descuida la de las pequeñas y medianas, pues se cree que la actividad innovadora y tecnológica es promovida por las grandes empresas e inhibida por las pequeñas⁴.

Scherer (1980) afirma que es equivocada la búsqueda de un tamaño de empresa que sea absolutamente óptimo para la invención y la innovación. Aún se acumula evidencia teórica y empírica a favor de cada postura. De estas evidencias

han surgido dos posiciones relacionadas con las ventajas relativas de la actividad innovadora en empresas grandes y pequeñas. De un lado, la doctrina económica clásica y neoclásica sostiene que las empresas relativamente pequeñas, impulsadas por la motivación competitiva, son más propicias para el progreso tecnológico⁵. Por otro lado, la postura schumpeteriana afirma que las grandes empresas son las mejor dotadas para explotar las oportunidades de innovación.

En las organizaciones el desarrollo de innovaciones y la forma como se aprovechan sus resultados constituyen un patrimonio dinámico, influenciado por la capacidad de gestión y planeamiento estratégico. El actual esquema productivo reconoce las relaciones micro y mesoeconómicas y da importancia fundamental al territorio como espacio donde se desarrollan y transforman las instituciones, los productos, los procesos y las tecnologías.

Así, la creciente importancia que comienzan a asumir los factores —no precio de la competitividad (calidad, servicios de venta, capacidad del diseño, etc.), la segmentación de los mercados y el acortamiento del ciclo de vida de los productos—, replantea el proceso innovador e involucra nuevos agentes y modalidades operativas.

El emprendimiento y la innovación requieren la conexión entre los instrumentos de política y los sujetos involucrados en el tejido productivo. El espíritu empresarial no involucra sólo a la acción in-

El emprendimiento y la innovación requieren la conexión entre los instrumentos de política y los sujetos involucrados en el tejido productivo.

3. Por ejemplo, muchas empresas tropiezan con el primer obstáculo al no reconocer la necesidad de aprender o, aun reconociendo el estímulo, deciden ignorarlo o descartarlo. Otras pueden reconocer la necesidad de aprender, pero se bloquean en un incompleto ciclo de experimentación sin dedicar tiempo a la incorporación de nuevos conceptos.

4. Según Kamien y Schwartz (1982), las grandes empresas todavía tienen que reaccionar a las innovaciones realizadas por los competidores, pero lo hacen de manera diferente y menos predecible que las empresas que son gotas en un mar competitivo. Incluso en el mundo de las grandes empresas, unas nuevas surgen y otras se quedan en un segundo plano. Las innovaciones siguen apareciendo principalmente entre las "jóvenes", mientras que las "viejas" muestran, por lo general, síntomas de lo que eufemísticamente se denomina conservadurismo.

5. Uno de los modelos más exitosos para la innovación en la pyme, según Bessant (2005), es el "efecto conglomerado" que ha sido ampliamente estudiado en los últimos años. Ciertas regiones —Emilia Romagna en Italia, Baden-Wurtemberg en Alemania, zonas del norte de España, etc.— se han convertido en importantes centros mundiales para la exportación de bienes con un valor relativamente alto —cerámica fina, curtidos, componentes eléctricos especializados y textiles de alta calidad—. Estos avances significativos están apuntalados por las altas tasas de innovación en productos y procesos, aunque el tamaño medio de la empresa en los conglomerados es a menudo inferior a veinte personas. En

dividual, sino también a las acciones de las organizaciones para crear empresas. Los individuos y los colectivos necesitan el reconocimiento de sus acciones para potencializar sinergias, teniendo en cuenta la política sectorial en un contexto de cooperación y desarrollo de instancias públicas y organismos que coordinen esfuerzos y atraigan recursos para las iniciativas locales, tanto privadas como públicas.

Referentes sistémicos para la competitividad

El nuevo escenario, caracterizado por recientes tecnologías que hacen uso intensivo de información por la globalización de los mercados, el aumento de la presión competitiva y la incertidumbre que enfrentan los agentes, hace de la competitividad un fenómeno sistémico. Según Yoguel (2000), la capacidad endógena de los agentes, el grado de desarrollo del ambiente en que actúan y que pertenezcan a una red productiva se han convertido en elementos clave para desarrollar competencias y ventajas competitivas.

En los elementos microeconómicos que influyen sobre el proceso innovador deben señalarse: i) las modalidades de gestión; ii) las características personales, educativas y emprendedoras de los empresarios; iii) la historia previa de las firmas, en términos de acumulación de activos competitivos tangibles e intangibles; iv) los procesos de aprendizaje, y v) la capacidad para diseñar estrategias. Éstos se manifiestan en cada firma en distintas normas, rutinas y reglas desarrolladas a lo largo de su sendero acumulativo, que influyen sobre la capacidad de aumentar competencias y que fijan, a su vez, las modalidades bajo las cuales se da el aprendizaje y la interacción con otros agentes (Yoguel y Boscherini, 1996). El conjunto de instituciones, agentes y sus relaciones influye de manera decisiva en la expansión de actividades innovadoras, concebida como un proceso social e interactivo en un entorno sistémico (ver tabla 1)⁶.

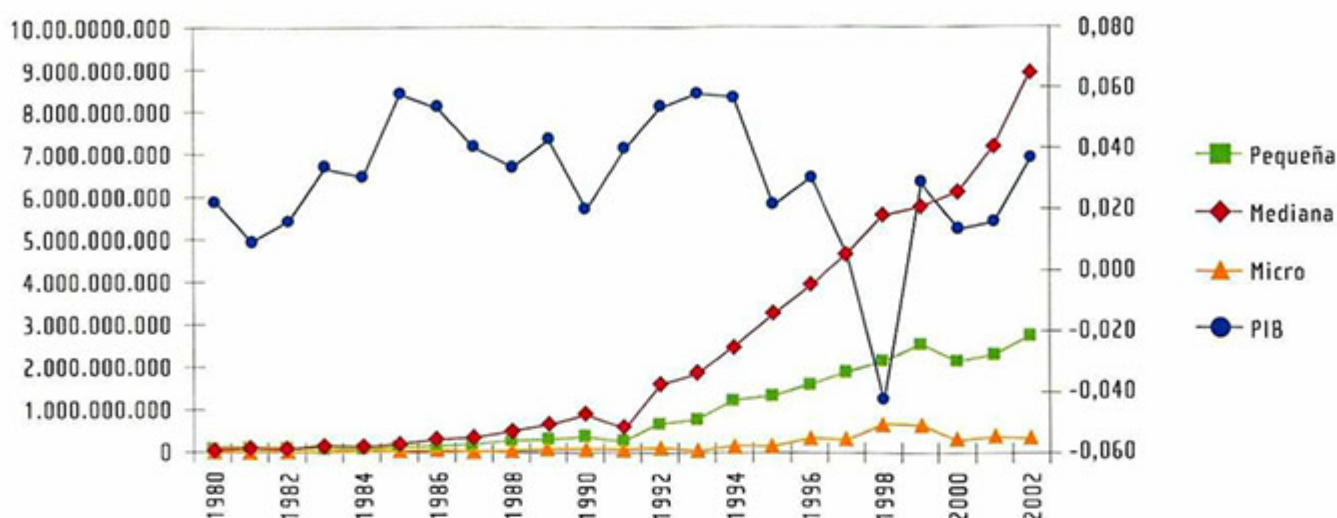
Tabla 1. Esferas de la competitividad sistémica desde el ámbito territorial

	Supranacional	Nacional	Regional	Local
Meta	Competencia de sistemas de modelos de economía de mercado	Modelo nacional de desarrollo. Sistema nacional de innovación	Identidad regional Capacidad de estrategias de agentes racionales	Cooperación de agentes locales Confianza Creatividad
Macro	Flujos internacionales de capital	Marcos macroeconómicos	Política fiscal Capacidad de inversión pública	Política fiscal Capacidad de inversión pública
Meso	Política industrial Política tecnológica	Fomento de nuevas tecnologías Fomento de exportaciones Instituciones de financiamiento Políticas de medio ambiente	Política fiscal Centros de tecnología Instituciones educativas Políticas de medio ambiente	Fomento económico local y política de mercado de trabajo
Micro	Empresas internacionales	Empresas medias y grandes Redes dispersas	MiPyME Clusters regionales	Clusters locales y distritos industriales Proveedores locales

Fuente: Los autores

6. Las actividades innovadoras en una pyme son más riesgosas que en una empresa grande, porque tienen mayor impacto en la estructura de la empresa debido a: i) los elevados costos involucrados; ii) la incertidumbre sobre la evolución de

Gráfico 2. Valor agregado de las mipymes de Colombia en el periodo 1980-2004



Fuente: Encuesta Anual Manufacturera, DANE

La dinámica de las mipymes industriales en Colombia, 1980-2004

En la estructura organizativa de las firmas, el desarrollo de innovaciones y la forma como se aprovechan sus resultados constituye un patrimonio específico de tipo dinámico, influenciado por la capacidad de gestión y planeamiento estratégico. En el comportamiento del valor agregado en las mipymes se observan cuatro aspectos: i) la diferencia de aportes por tamaño de empresa; ii) el cambio de la dinámica en la participación del valor agregado por tamaño de empresa, a partir de 1992, cuando se consolidó la apertura económica, iii) la independencia de la dinámica del PIB frente a la creación de valor de las unidades productivas nacionales, y iv) la capacidad de la industria de aportar al PIB.

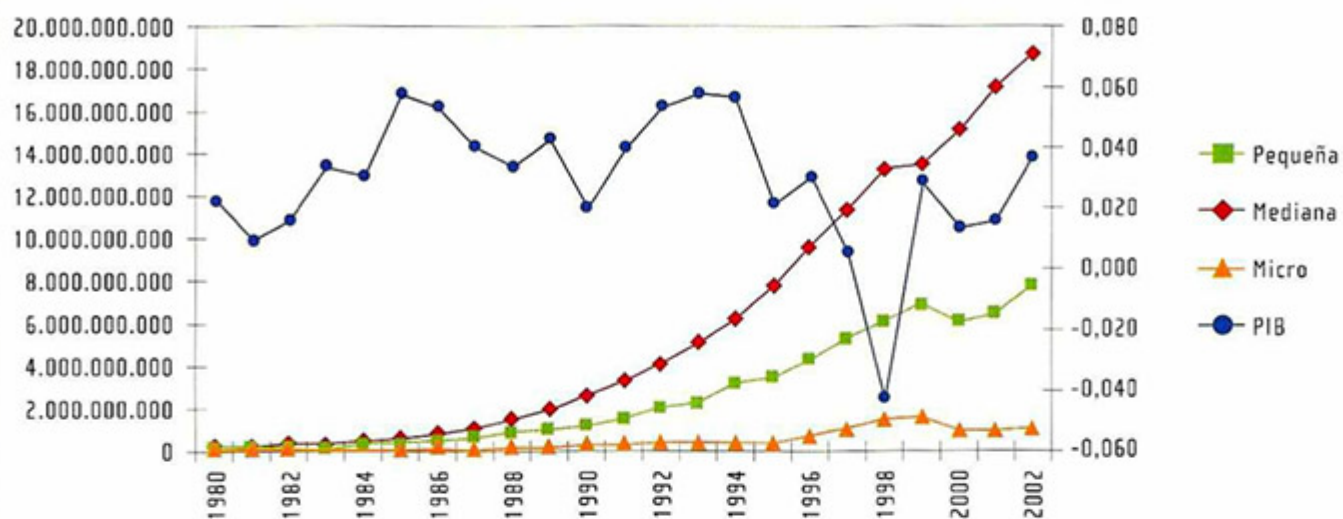
Las medianas empresas presentan una dinámica importante de crecimiento del valor agregado, que se aleja del nivel de las pequeñas empresas y éstas, a su vez, de las microempresas, que muestran un grado de estancamiento en la competitividad, de acuerdo con la generación de

valor agregado. Las microempresas, en el período de análisis, no muestran un comportamiento dinámico en torno a la generación de valor agregado por el contrario, su tendencia se estancó. Mayores niveles de competitividad reflejan mayores niveles de valor agregado (ver gráfico 2).

El comportamiento de la producción bruta es similar a la dinámica del valor agregado en las mipymes de Colombia, pero su proceso de crecimiento se inicia con antelación a éste. Surge la pregunta: ¿hasta dónde aporta la dinámica industrial al PIB nacional, si en el comportamiento de las unidades productivas por tamaño no se evidencia impacto a través del tiempo? Las medianas empresas presentan una dinámica superior en el crecimiento de la producción bruta, si se compara con el comportamiento de las empresas pequeñas y micro. La brecha que existe entre los tamaños de empresas es notoria en la producción bruta, lo que establece procesos productivos asimétricos y heterogéneos entre

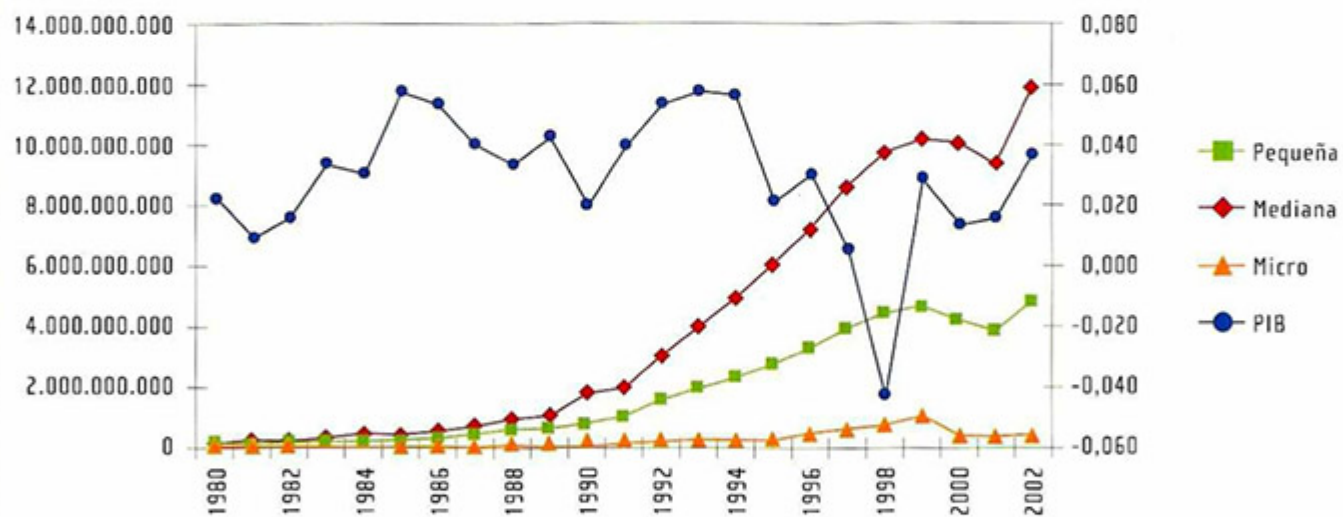
El comportamiento de la producción bruta es similar a la dinámica del valor agregado de las mipymes de Colombia.

Gráfico 3. Producción bruta de las mipymes de Colombia en el periodo 1980-2004



Fuente: Encuesta Anual Manufacturera, DANE

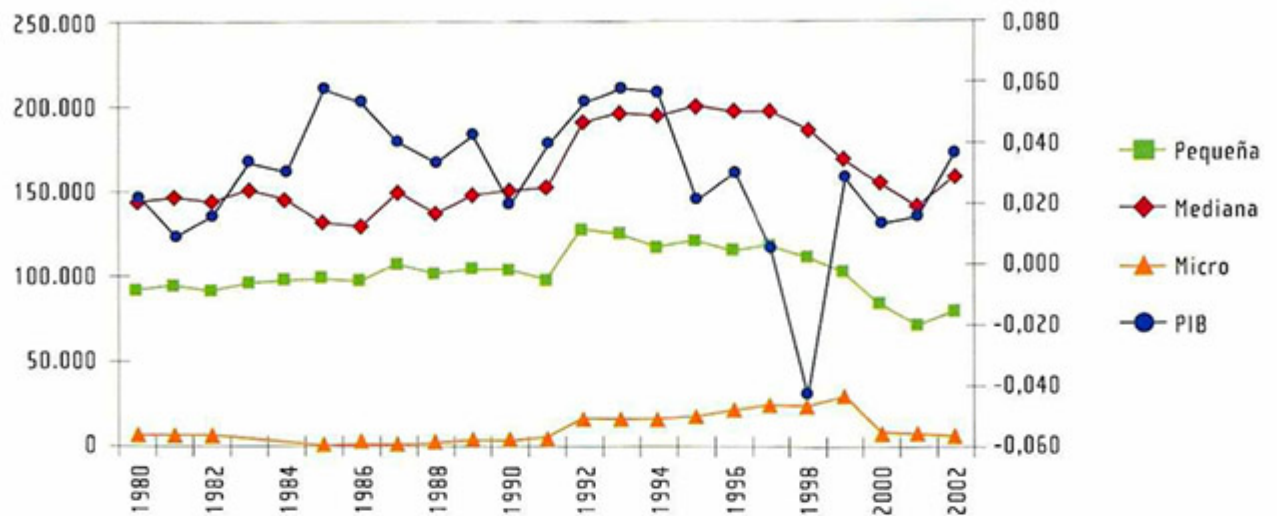
Gráfico 4. Sueldos y salarios de las mipymes de Colombia en el periodo 1980-2004



Fuente: Encuesta Anual Manufacturera, DANE

La dinámica de la remuneración salarial en cada estructura productiva es similar a la que se observa en la producción y el valor agregado. Así, las medianas industrias, que muestran crecimiento acelerado del valor agregado y de la producción bruta, presentan la tendencia más acelerada de crecimiento de la variable sueldos y salarios, seguida de las pequeñas industrias. El crecimiento en las medianas y pequeñas empresas es notorio a partir de 1990, momento en el cual los sueldos y salarios se incrementaron rápidamente, especialmente en las medianas. Es partir de este período cuando se amplía la brecha entre cada tamaño de empresa. Las microempresas muestran estancamiento en el crecimiento de los sueldos y salarios en el período de análisis, lo que podría ser muestra del bajo nivel competitivo,

Gráfico 5. Personal ocupado de las mipymes de Colombia en el periodo 1980-2004



Fuente: Encuesta Anual Manufacturera, DANE

Con relación al personal ocupado por tamaño de empresa, las medianas empresas son las que mayor nivel de contratación presentan, seguidas por las pequeñas y por las microempresas, respectivamente. Por un lado, las microempresas muestran una tendencia constante en el tiempo con respecto a esta variable. Por otro lado, las medianas y las pequeñas empresas presentan un comportamiento similar, en el cual, a partir de 1999, la tendencia de descende, luego de mostrar crecimiento a partir de 1990 (ver gráfico 5).

Hay cuatro aspectos que se pueden profundizar en otro estudio: i) las estructuras de empleo no han cambiado a través del tiempo; ii) el comportamiento del PIB influye en el empleo por tamaño; iii) se muestra una diferencia en el comportamiento de esta variable con respecto a las analizadas en los gráficos 2, 3 y 4 (valor agregado, producción bruta y sueldos y salarios), y iv) de lo anterior surge la pregunta por la combinación de factores productivos en el desarrollo industrial colombiano.

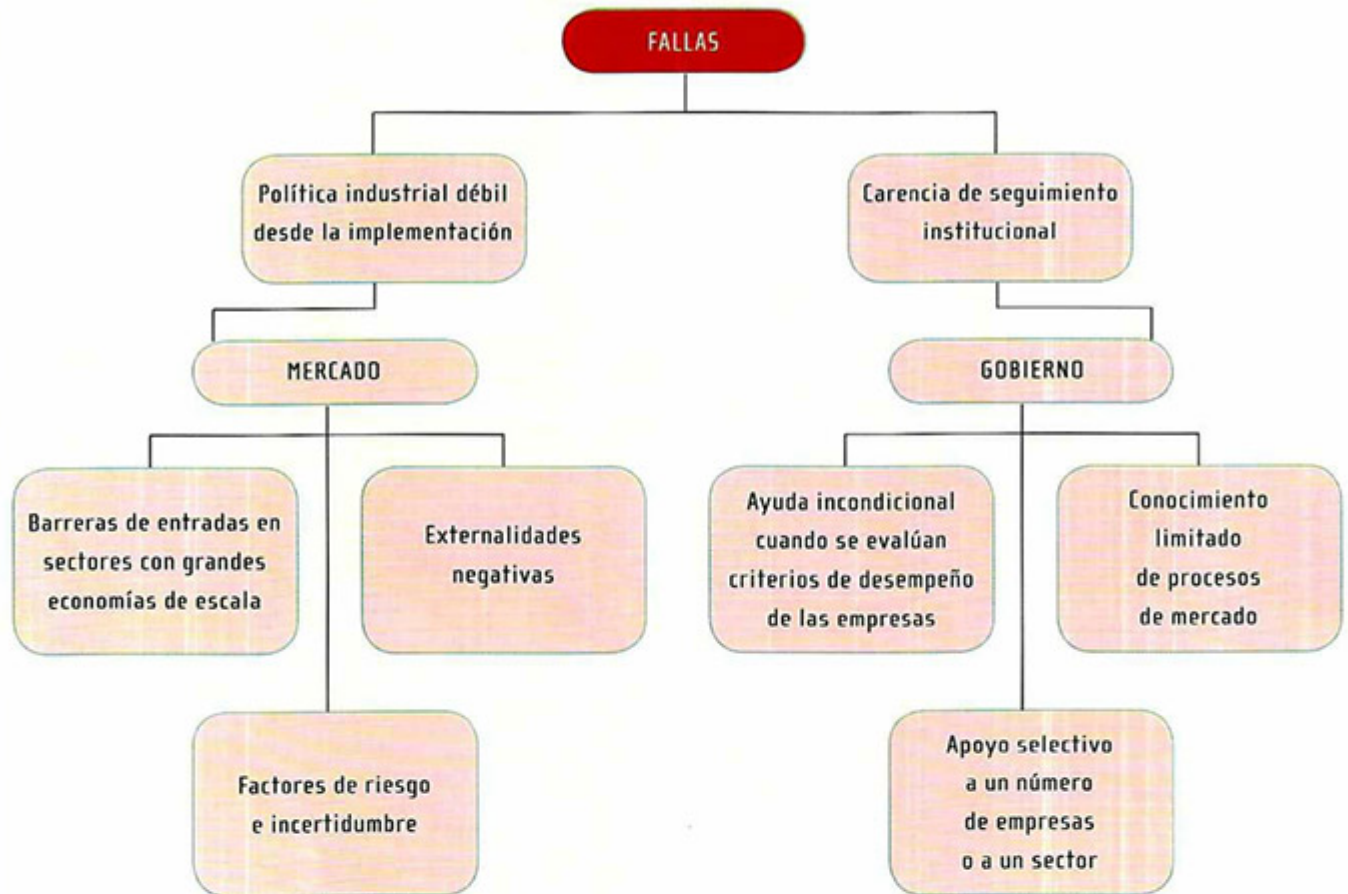
Problemas sistémicos que enfrentan las pymes colombianas

De acuerdo con hallazgos teóricos y empíricos, el entorno en que se desarrollan las pymes se caracteriza por: i) la heterogeneidad estructural que reduce niveles de competencias tecnológicas; ii) una débil presencia y profundidad de las redes productivas; iii) un perfil de especialización poco complejo que se caracteriza por los escasos eslabonamientos hacia atrás y el predominio de *commodities*; iv) limitado desarrollo institucional, y v) ausencia de políticas sistémicas, que reducen la presencia del paradigma tecnológico, lo que limita el avance de procesos de aprendizaje y la generación de ventajas competitivas dinámicas. Las pymes enfrentan fallas de mercado (éste no asigna adecuadamente los recursos) y fallas de gobierno (éste no siempre es un buen regulador de la actividad económica, como se aprecia en el gráfico 6).

La endogenización de las capacidades tecno-productivas y el aprovechamiento de las ventajas que ofrece el territorio y la potencialidad que éste puede generar a las firmas es vital para el crecimiento

La flexibilidad y los procesos innovadores generan dinámicas que permiten lograr óptimos resultados.

Gráfico 6. Problemas sistémicos que obstaculizan la competitividad en las pymes en Colombia



gar óptimos resultados y eficiencia en la combinación de los factores productivos. Por otra parte, para reducir o eliminar la falta de adaptación de los distintos niveles del sistema educativo a las necesidades empresariales sería necesario: i) impulsar la colaboración de la empresa con el sistema educativo; ii) potenciar el conocimiento de la realidad empresarial y la formación de emprendedores, iii) desarrollar la formación profesional orientada hacia las necesidades de las empresas, y iv) aplicar sistemas de aprendizaje permanente.

La complementariedad de las empresas se mueve entre el conocimiento externo y el acumulado en las empresas por dos razones. La primera, es la necesidad de adaptación de las tecnologías incorporadas, y la segunda razón resulta del carácter implícito y tácito del conocimiento tecnológico transferido, debido a información asimétrica entre el comprador y el proveedor de la técnica; por ello, son importantes las redes del conocimiento. A continuación se muestra un caso particular de innovación y gestión empresarial que ilustra a nivel micro el logro de mejores niveles de competitividad.

Caso empresarial: Cintatex S.A.⁷ y el desarrollo de sus capacidades competitivas

El desarrollo de las capacidades competitivas es un proceso de ajuste interno de las organizaciones y de adaptación de sus procesos productivo y administrativo a las circunstancias cambiantes del entorno que, en el caso colombiano, ha sido particularmente difícil en la primera mitad de la última década, en

la que el PIB creció sólo 0,57% en 1998 y disminuyó 4,2% en 1999, la mayor reducción registrada en el siglo XX, superior a la observada en la época de la gran depresión, cuando el PIB se contrajo en 1929 1,5%, en tanto que el PIB por habitante se redujo 1,31% en 1998, 5,96% en 1999 y 0,29% en 2001⁸, deterioro que significó la desaparición de muchas empresas del sector real⁹ y el cierre de más del 57% de los establecimientos financieros¹⁰, lo que afectó el bienestar de toda la población.

La crisis representó una oportunidad para varias empresas, entre ellas Cintatex S.A. mediana empresa productora de elásticos para la confección, fundada en 1981. Esta es una empresa mediana que tiene activos brutos por valor de USD\$ 1'431.237 y ocupa a 92 trabajadores. Mientras en la última década el PIB de la economía colombiana creció un promedio anual de 2,16%, las ventas de esta compañía lo hicieron a un ritmo cinco veces mayor, el empleo 3,5 veces más y la productividad registró un dinamismo del 35,4% anual, como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Cintatex. Evolución 1995-2005

Variable	Tasa anual de crecimiento real (1998=100)
Cartera	7,25%
Activos totales	31,7%
Pasivo corriente	4,30%
Capital	22,65%
Ventas	10,21%
Empleo	7,41%
Productividad ¹¹	35,4%
Presupuesto de capacitación	14,30%

Fuente: Cintatex, 2006.

El proceso de mejoramiento de las capacidades competitivas en Cintatex se inició en 1996, a partir del registro y discusión de sus debilidades y fortalezas, y de la identificación de las amenazas y oportunidades, que permitieron diseñar estrategias adecuadas para el desarrollo y el crecimiento de la firma. Este proceso se hizo con la participación de agentes externos y consultores, y fue posible gracias al compromiso del gerente y de su grupo directivo, quienes lograron involucrar a todo el personal de todas las áreas funcionales.

A lo largo del período 1995-2005 los directivos se han preocupado por obtener información relevante sobre el medio ambiente en el cual opera la compañía y seguir el comportamiento de las variables más sensibles en el sector donde opera. Permanentemente consultan información macroeconómica, fiscal, de comercio exterior y las medidas de política económica y social en los ámbitos nacional, regional y local, mediante la lectura de revistas especializadas, diarios, internet y catálogos especializados, la asistencia a seminarios, conferencias y ferias, y el contacto permanente con proveedores, clientes y colegas. Cintatex participa de la actividad gremial, espacio propicio para discutir con sus pares los problemas y situaciones que afectan positiva y negativamente el ritmo y la coyuntura de los negocios. De estas actividades extraen la información económica, política, social, cultural y tecnológica, fundamental para una adecuada interpretación del entorno y para el direccionamiento estratégico de la compañía.

8. Fuente: Dane, Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales, y Banco de la República, Estudios Económicos y Estadística. www.banrep.gov.co consulta hecha el 15 de agosto de 2006.

9. Confecámaras estima que en la década de los noventa desapareció la tercera parte de las empresas colombianas.

10. Comparación entre 1996 y 2001. En aquel año había 122 establecimientos financieros; en éste sólo sesenta.

Cintatex obtuvo la certificación de la norma ISO en 2001, y al año siguiente inició un ambicioso proceso de modernización tecnológica para aprovechar las ventajas del Atpdea¹², que le permitió crear ventajas competitivas y expandir su producción y sus ventas tanto nacionales como internacionales. Mediante una inversión superior a 300 mil dólares, se obtuvieron nuevos equipos con tecnología de última generación, con base en los cuales se logró la capacidad productiva y la modernización de todos los procesos productivos. Se utilizó la figura de leasign para aprovechar los descuentos tributarios.

Hoy en día los procesos productivos en Cintatex están altamente automatizados. La inversión en maquinaria y equipo estuvo acompañada del entrenamiento y la capacitación de los trabajadores, situación que marca un contraste con lo observado diez años atrás, cuando muchos procesos y operaciones eran manuales y el estado tecnológico de la empresa presentaba un retraso frente a las empresas de vanguardia en ese tema.

El conocimiento de los trabajadores está actualizado y constituye una variable estratégica que sirve como mecanismo de diferenciación. Esta compañía hace uso de herramientas para mejorar la productividad, como las 5 s's, el mantenimiento preventivo, el mejoramiento continuo, el justo a tiempo, el diseño asistido por computador. La empresa está integrada verticalmente y desarrolla estrategias para reducir al mínimo los inventarios y mejorar la calidad, para lo cual trabaja en el logro de la entrega oportuna que se complementa con la oportunidad en la entrega, que para los clientes nacionales es de un

día y para los internacionales inferior a dos semanas.

Cintatex ha logrado consolidar un área de Investigación y desarrollo de productos y procesos, a la cual se han vinculado un ingeniero textil y un tecnólogo textil, ambos de tiempo completo, para lograr un proceso de permanente

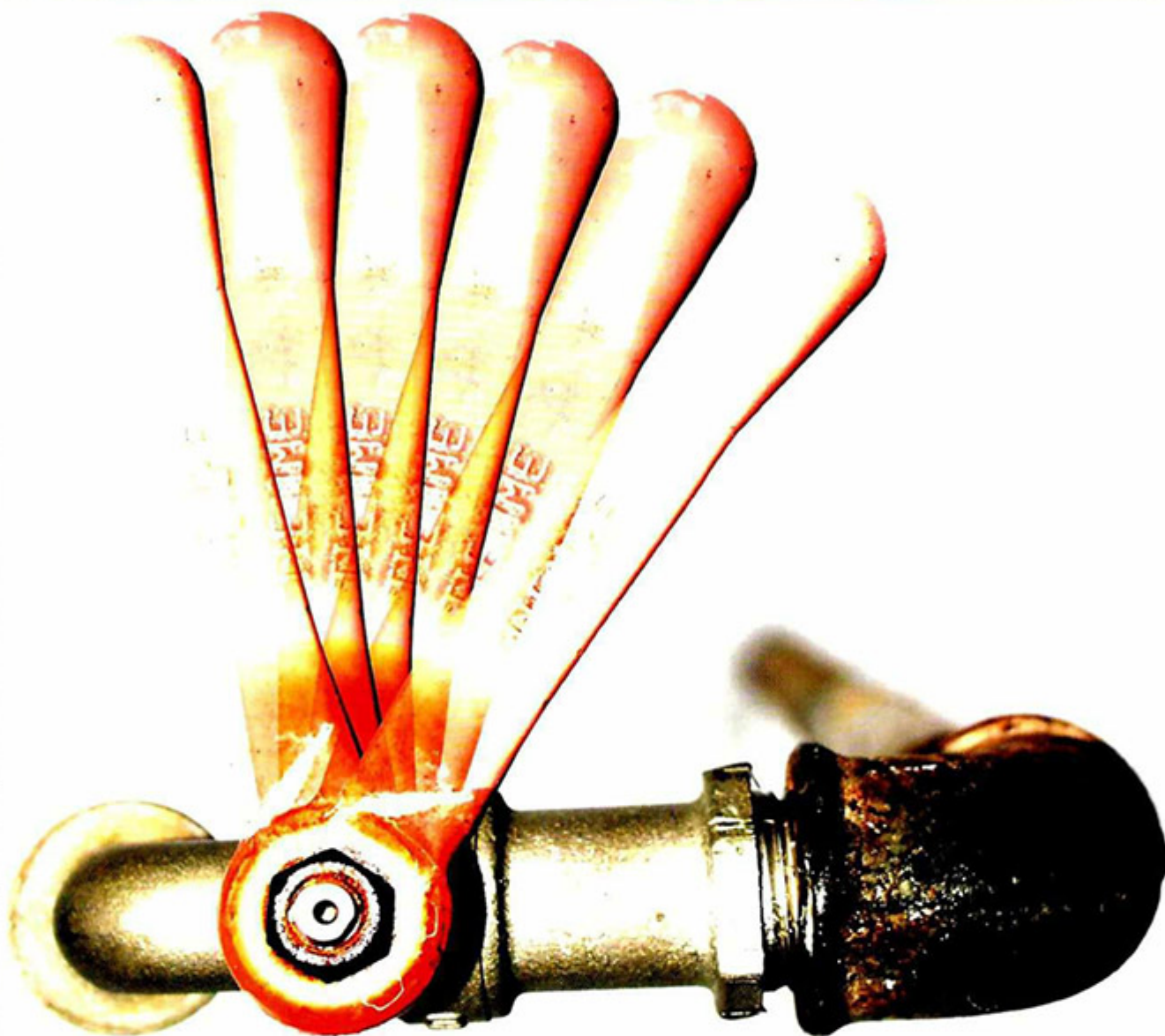
Cintatex ha logrado consolidar un área de investigación y desarrollo de productos y procesos.

innovación, especialmente en las áreas productivas. Como fruto de ese trabajo se ha logrado mejorar los procesos de urdido de elastómeros, tintorería e intercambio de calor y se han lanzado al mercado elásticos marcados, sesgos, microfibras y elásticos con efectos especiales, productos de alta calidad que le han permitido a la empresa diferenciarse de sus competidores.

En el área financiera, la empresa goza de buena salud gracias a una prudente reinversión de utilidades, que ha permitido evitar el endeudamiento excesivo, y dispone ahora de un sistema de costos que le permite conocer la rentabilidad por producto y por líneas de producto. Asimismo, cuenta con información contable sistematizada, confiable y oportuna para la toma de decisiones. La transparencia en la información financiera-contable ha sido prenda de garantía para establecer relaciones de confianza con el sector financiero. Su cartera es sana, fruto de un trabajo que ha permitido mejorar el conocimiento de los clientes, sus gustos y hábitos de consumo y de pago. Los excedentes de liquidez son invertidos en el mercado de dinero para retirarlos de acuerdo con las proyecciones financieras elaboradas en el flujo de caja.

En el área de mercadeo, Cintatex ha combinado sus esfuerzos con los del área de investigación y desarrollo, en busca de nuevos mercados y productos que puedan compensar los ciclos productivos naturales. También ha desarrollado rutinas organizacionales que le han permitido mejorar el conocimiento de las necesidades, hábitos y poder de compra de sus clientes, así como las fortalezas y debilidades de sus competidores.

12. ATPA, Andean Trade Preference Act, es la Ley de Preferencias Arancelarias Andinas, que hace parte del programa de la Guerra contra las Drogas que el presidente George Bush expidió el 4 de diciembre de 1991. El ATPA permite la entrada de aproximadamente 5.600 productos (alrededor del 65% del universo arancelario colombiano) al mercado estadounidense, a través de la eliminación de barreras arancelarias. El presidente George W. Bush firmó la Ley Comercial el 6 de agosto de 2002, la cual incluyó en unos de apartes la Ley de Preferencias Arancelarias Andinas y de Erradicación



En este campo es evidente el progreso diez años atrás no conocían ni la participación en el mercado nacional ni habían identificado los nichos en el mercado internacional, y su producción se enfocaba totalmente al mercado industrial interno.

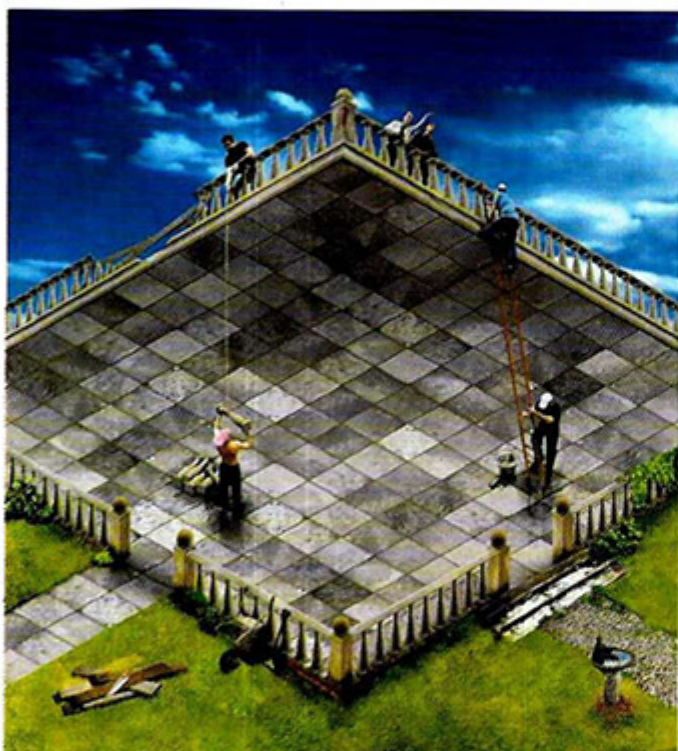
Las estrategias de mercadeo se han modificado al desarrollarse nuevos canales e incursionar en el mercado externo. Se han construido dos canales alternos y complementarios a las ventas directas de la industria (por medio de los cuales vendían la totalidad de la producción hace diez años), el de las ventas al por mayor y el de las ventas directas, que hoy representan el 20% del total. Además, tienen información actualizada de las condiciones de acceso a los mercados externos, han identificado los requerimientos exigidos para vender en el exterior, así como las barreras de entrada, combinando diferentes fuentes que provienen tanto de las agencias estatales como de las entidades privadas. Su participación en ferias especializadas le ha abierto nuevas posibilidades de negocios y su estrategia actual se focaliza en la penetración de los mercados internacionales; tanto, que hoy el principal cliente es extranjero.

Los anteriores logros han sido conquistados gracias al compromiso y a la motivación del personal de la empresa, una de sus fortalezas. La compañía ha integrado recursos de diferentes orígenes, logrando el concurso de las universidades, del Sena, de expertos y mediante la formación de educadores dentro de la empresa para desarrollar las competencias laborales con programas de formación, capacitación y entrenamiento en todos los eslabones productivos en busca la polivalencia de los trabajadores. A ello se suma un adecuado plan de compensación y de incentivos, de los mejores en el sector para

Conclusiones

Las estrategias empresariales y la organización espacial son determinantes en el ciclo de vida de las firmas; su objetivo común es crear ventajas competitivas que les permitan asegurar beneficios a largo plazo.

El crecimiento y la evolución de las empresas están inmersos en su dinámica innovadora. Dicha evolución se plasma en ciclos que a su vez marcan la pauta de trayectorias cimentadas en la tecnología. Es decir, el proceso de nacimiento, crecimiento, madurez y declive de las distintas industrias y tecnologías son temas vinculados con el crecimiento de las empresas, las industrias, las regiones y los países. La organización industrial supone identificar la estructura y comprender las estrategias de las empresas. Estructura y resultados empresariales, junto a sus cambios en el tiempo, son los ingredientes esenciales de todo diagnóstico industrial, cualquiera que sea la escala espacial utilizada. Toda empresa, cualquiera que sea su tamaño, objetivos, organización interna o localización, opera como un sistema abierto, lo que hace que se vea afectada por un entorno.



La organización empresarial se puede medir a partir de criterios variados, relativos a los recursos productivos, insumos utilizados o los resultados alcanzados, lo que dará origen a resultados que no coinciden. De un lado, los umbrales cuantitativos utilizados para apartar la gran empresa de la mediana o de la pequeña serán también arbitrarios, lo que origina variaciones según países, organismos y autores que favorecen cierta confusión y dificultan las comparaciones.

La capacidad innovadora de los agentes puede ser conceptualizada como su potencialidad para transformar conocimientos generales en específicos, a partir de procesos de aprendizaje formales e informales que les permiten aumentar sus competencias. Este proceso se manifiesta en la capacidad alcanzada por las firmas para desarrollar y mejorar de productos y procesos, implementar cambios organizacionales y diseñar nuevas formas de vinculación con el mercado.

Las condiciones en que las mipymes se desenvuelven en la región no les son particularmente favorables. Esto, en buena parte, tiene que ver con sus competencias endógenas (bajo grado de adopción tecnológica, poca calificación de sus trabajadores y/o del propio empresario, fragilidad administrativa, baja productividad), pero también es cierto que ciertas condiciones del entorno (e institucionales) las afectan en mayor grado que a las grandes empresas.

A diferencia de las grandes empresas que explotan las economías de escala, el poder de mercado y que están integradas verticalmente, las pymes buscan nichos de mercado, explotan la especialización flexible en términos de la contratación de la mano de obra, en busca de la integración horizontal, de reducir costos y de adaptar los procesos productivos a las necesidades de los consumidores.

Las posibilidades de crecimiento y desarrollo de las pymes dependen en gran medida de su capacidad de endogenizar en un territorio sus innovaciones, de capitalizar sus aprendizajes expresados en mejores capacidades competitivas y de satisfacer los requerimientos de los consumidores, al articular sus fortalezas con las de los demás actores de las cadenas productivas, como lo han venido haciendo las pymes de los distritos industriales de Italia y Alemania en otros países, mediante el trabajo asociativo y en redes, como en Chile y Brasil.

En nuestro medio, la heterogeneidad de las pymes, la escasa cultura del trabajo en red y la falta de desarrollo institucional, entre otros factores, ameritan el diseño y la puesta en marcha de políticas

absorber mano de obra, factores que redundan en beneficios para toda la economía y el bienestar de la población.

El bajo crecimiento de las firmas colombianas es un síntoma de nuestra dificultad para adaptarnos a un entorno cambiante; ya no estamos en un mundo en el que únicamente las economías de escala impulsan el crecimiento. Se requiere diseñar políticas en materia de reglamentación y de competitividad para fomentar la entrada de nuevas empresas y consolidar la capacidad productiva de éstas en el sistema. El caso analizado de Cintatex ilustra cómo una pyme que desarrolla sus capacidades endógenas, reflejadas en procesos y productos innovadores, puede obtener ventajas en el mercado que se derivan de sus procesos de investigación y desarrollo, de su buena gestión financiera, del diseño de estrategias de mercadeo adecuadas y del desarrollo de las habilidades laborales de sus empleados, comprometidos con los objetivos de la empresa.

Bibliografía

Acs, Z. y Audretsch, D. B. (1998), "Innovación, estructura del mercado y tamaño de la empresa", en *Desarrollo y gestión de pymes: aportes para un debate necesario*, General Sarmiento, Universidad Nacional.

Bessant, J. (2005), La innovación y la pequeña empresa, *Revista Madrid*, (fecha) (2), páginas.

European Comision (2003), *SME's in Europe, Observatory of European SME's*, Highlights from the 2003, Observatory Luxemburgo, Holanda.

Kamien, M. y Schwartz N. (1982), *Estructura de mercado e innovación*, Madrid, Alianza Economía y Finanzas.

Romer, P. M. (1986), The origins of endogenous growth, *Journal of Economic Perspectives*, 8 (1):71-101.

Scherer, F. M. (1980), *Industrial Market Structure and economic performance*, Chicago, Rand McNally College Publishing, segunda edición.

Soto, E. y Dolán, S. (2004), *Las pymes ante el reto del siglo XXI: Los nuevos mercados globales*, México, Editorial Thomson.

Yoguel, G. (2000), Creación de competencias en ambientes locales y redes productivas, *Revista Cepal*, (71).

Yoguel, G. y Boscherini F. (1996), Hacia un modelo interpretativo de las actividades innovativas en las pymes: evidencias del caso argentino, en *Desarrollo y gestión de pymes: aportes para un debate necesario*, General Sarmiento, Universidad Nacional.

UNIVERSIDAD EAFIT MEDELLÍN

Arte, paisaje, ecología y espacio público en armonía

con la academia, la investigación y la tecnología

Programas académicos y de extensión en las áreas de administración, ingenierías, derecho, ciencias básicas y humanidades

www.eafit.edu.co

CARRERA 49 7 SUR-50 • TELÉFONO 2619500 • MEDELLÍN - COLOMBIA

UNIVERSIDAD  EAFIT
Abierta al mundo
Acreditada Institucionalmente por el Ministerio de Educación Nacional

microempresas

Más productividad y mayor competitividad en las microempresas colombianas

María Lucía Castrillón Simmonds

Economista

Universidad Jorge Tadeo Lozano

Gerente de la Corporación para
el Desarrollo de las Microempresas

cdm@cable.net.co

Las microempresas en Colombia comenzaron a proyectarse hacia el desarrollo desde el momento en que iniciaron la ruptura con el encasillamiento en la economía de subsistencia, en donde se las ubicó durante mucho tiempo, lo cual constituyó una de sus características de identidad.

La ruptura se determinó con el Plan Nacional de la Microempresa (PNM de 1994), junto con la atención de la política orientada a las microempresas, mediante la adopción de estrategias de financiamiento, de servicios tecnológicos y de incorporación de nueva institucionalidad de apoyo se fortaleció en torno a las mismas y la alianza entre los sectores público y privado comprometidos con la suerte de estas unidades productivas.

Uno de los elementos que determina el salto es la necesidad de hacer más competitiva a la microempresa como condición para lograr objetivos de mejoramiento de su capacidad generadora de empleo e ingreso para un mayor número de familias en Colombia, desde

negocios. Frente a esta exigencia se redobla el esfuerzo por mejorar su productividad, lo cual, a su vez, "exige mejorar condiciones de su entorno (financiación, información, organización interempresarial) y del mercado" (Departamento Nacional de Planeación, 1994).

Ese enfoque cuenta con aspectos positivos sustentados en las cifras de participación en el número de unidades económicas y en el empleo; sin embargo, existen aspectos negativos como la debilidad en la capacidad de gestión, la ausencia de planes de negocios, la dificultad de acceso a recursos en gran medida debido a la informalidad. En estos aspectos las convierte en riesgosas,

Las microempresas en Colombia comenzaron a proyectarse hacia el desarrollo.

especialmente frente al sector financiero, lo cual se evidencia en los altos índices de mortalidad de las unidades

La respuesta que ofrece el Plan Nacional para la Microempresa se basa en incrementar la productividad de estas unidades económicas, con miras a lograr la competitividad para sus productos, con un reto: acceder a mejores mercados.

"Para esto es necesario lograr procesos eficientes de integración subsectorial, desarrollar esquemas de subcontratación y fomentar la desagregación tecnológica, de forma tal que pequeñas unidades de producción puedan tener acceso a componentes parciales y especializados de la producción" (Plan Nacional de Planeación, 1994).

El Programa Nacional de Servicios Tecnológicos entra en ese punto a

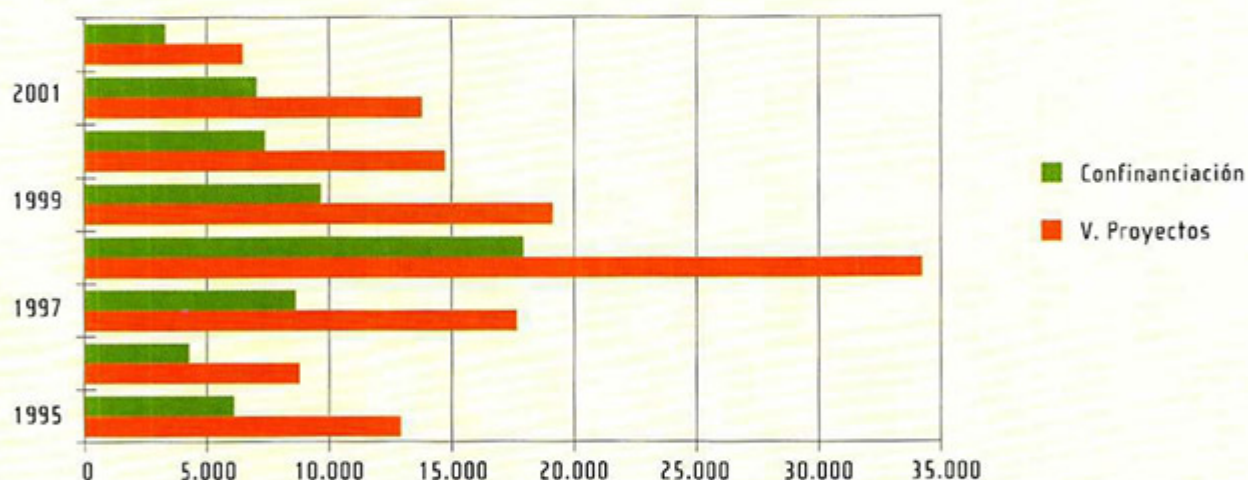
reforzar el apoyo a las microempresas en el proceso de gestión tecnológica, que involucra las áreas de comercializa-



Tabla 1. Proyectos aprobados por la Corporación 1995-2002.
Proyectos aprobados, millones de pesos

AÑO	PROYECTO \$	COFINANCIACION	% COFINANCIACION	USUARIOS	N° PROYECTOS
1995	12.882	6.025	46,8%	53.434	94
1996	8.786	4.191	47,7%	33.074	89
1997	17.588	8.494	48,3%	84.679	69
1998	34.169	17.780	52,0%	126.222	94
1999	19.005	9.560	50,3%	2.213	52
2000	14.612	7.164	49,0%	2.320	48
2001	13.694	6.836	49,9%	405	54
2002	6.388	3.054	47,8%	8.704	29
Total	127.125	63.103	49,6%	311.051	529

Gráfico 1. Histórico de proyectos cofinanciados



e información, que tienden a aumentar su competitividad y productividad, así como el aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

Para liderar este propósito y mantener el eje de concertación entre los sectores público y privado se crea, mediante el documento Conpes 2732 del Plan Nacional de la Microempresa, la Corporación para el Desarrollo de las Microempresas, institución que

relacionados con la entrega de recursos destinados a ampliar y a mejorar la oferta de servicios tecnológicos y luego se convierte en el brazo técnico de apoyo al Estado para la promoción de las políticas y la ejecución de acciones a favor de estas unidades de negocios.

Entre 1995 y 2000, la Corporación asignó más de \$127 mil millones de pesos para apoyar la productividad y la competitividad de 300 mil microempre-

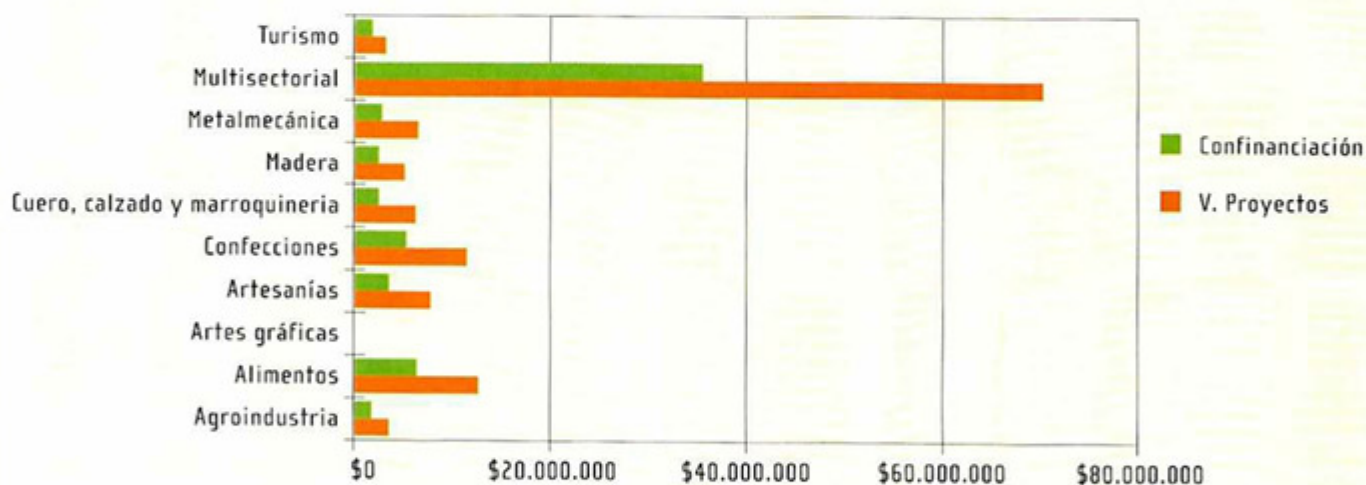
puesto estatal y del sector privado, en una apuesta ligeramente superior por parte de este último.

Como apoyo sustantivo a los sectores con mayor participación en la microempresa, se crean los Centros de Desarrollo Productivo, que cumplen con la función de, entre otras, ampliar la formación técnica a los microempresarios y a sus trabajadores, ofrecer asistencia técnica mediante gabinetes técnicos

Tabla 2. Proyectos cofinanciados y microempresarios atendidos por sector

SUBSECTOR	PROYECTO \$	COFINANCIACIÓN \$	USUARIOS	CONTRATOS
Agroindustria	3.690.857.476	1.952.960.027	2250	19
Alimentos	12.712.801.506	6.538.113.998	32795	45
Artes Graficas	71.822.760	38.413.332	65	1
Artesanías	8.142.444.552	3.780.323.295	6641	21
Confecciones	11.482.472.349	5.474.548.464	11529	43
Cuero, calzado y marroquinería	6.138.610.899	2.687.436.338	4739	21
Madera	5.120.562.571	2.516.659.944	1016	17
Metalmecánica	6.610.458.652	2.965.036.048	3872	24
Multisectorial	69.810.263.053	35.381.453.758	244938	322
Turismo	3.344.561.508	1.768.405.138	3271	16
Total general	127.124.855.326	63.103.350.342	311116	529

Gráfico 2. Proyectos cofinanciados por el sector



acceso a maquinaria con tecnología de punta que los microempresarios por sí solos no pueden obtener.

Se crearon 16 Centros de Desarrollo Productivo como soporte técnico a los subsectores de la confección, cuero y marroquinería, alimentos, madera, joyería y metalmecánica. Se asignaron \$27.297 millones del presupuesto nacional y se establecieron metas de

Todos estos esfuerzos se canalizan a través de la Corporación para el Desarrollo de las Microempresas, institución que, además, se propone desconcentrar la atención de las cinco ciudades principales y proyectarla a los territorios y regiones donde no ha llegado el apoyo o lo ha hecho sólo de manera esporádica.

El resultado de este reenfoco de

nidad a la alianza entre los sectores y ofrece una concepción clara del desafío que presentan las nuevas circunstancias de mercados y tecnología. En consecuencia, en los últimos 11 años se han logrado superar los antiguos conceptos y demostrar que las microempresas son la base del tejido empresarial del país, que sus planes de negocios se orientan a la sostenibilidad y éxito.

acumulación, alejando cada vez más el concepto de *microempresa igual a subsistencia*.

De otra parte, el individualismo como contracultura que niega las reales

para crear y distribuir riqueza, tiende a ser reemplazado por una incipiente pero importante cultura de la asociatividad.

El esfuerzo conjunto permitirá reducir costos, incrementar fuerza de acceso a

Las microempresas comienzan a demostrar que son más productivas y competitivas.

posibilidades del empresario más pequeño para participar en la economía y en las soluciones que el país requiere

mercados y los aprendizajes recíprocos ayudarán a cortar caminos hacia el desarrollo de las microempresas.



Aunque en la microempresa persiste aún la informalidad y la subsistencia, en un porcentaje mayor al deseable, las nuevas visiones se amplían cada vez más y las microempresas de la mano del Estado, con el sector privado y el beneficio de una participación creciente del sistema de Ciencia y Tecnología. Las microempresas comienzan a demostrar que en la medida en que son más productivas y competitivas, se convierten en la base del tejido empresarial colombiano y su participación en los negocios se califica cada vez más, haciendo válida la opción de proveer de recursos a un mayor número de colombianos y aportarle al país una cuota importante para su crecimiento económico.

- Cobertura del 100% de los departamentos de Colombia.

- Atención a más de 300.000 microempresarios.

- Construcción de los planes estratégicos de desarrollo para las Mipymes en 8 regiones de Colombia.

- Recursos asignados:

\$127.124.855.326.

- Cofinanciación del Estado:

\$63.103.350.342.

- Cofinanciación sector privado:

\$64.021.504.983.

- Planeación y montaje del corredor del cuero del suroccidente colombiano.

- Atención continua a 35 minicadenas productivas.

- Realización y participación de eventos, para la promoción de las microempresas en el país.

- Consolidación de la información referente a las microempresas de Colombia, mediante bases de datos y un centro de documentación especializado.

Referencia bibliográfica

Departamento Nacional de Planeación (1994). Documento Conpes 2732.

EXPOCIENCIA

EXPOTECNOLOGÍA 2007



BOGOTÁ
27/6
SEPT A OCT

CTS+C
ciencia · tecnología · sociedad
+ COMUNICACIÓN

¿Qué es un Centro de Desarrollo Tecnológico y cuál la importancia de su existencia?

Juan Francisco Miranda

Economista, M.phil en Desarrollo Social
Director Centro Internacional de Entrenamiento
e Investigaciones Médicas (CIDEIM)
mirandaf@cideim.org.co

Gloria Amparo Serna

Administradora de Empresas
Asistente de investigación
Centro Internacional de Entrenamiento
e Investigaciones Médicas (CIDEIM)
gloriaserna@cideim.org.co

Tal vez antes de explorar qué es un Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) y cuál es la importancia de su existencia, vale la pena preguntarse: ¿cuál es el problema que trata de resolver? Y, a partir de esto, discutir cuáles son las organizaciones que pueden servir a ese propósito y cuál, por tanto, su importancia.

Algunas teorías económicas, desde el punto de vista macroeconómico, han planteado que las responsabilidades fundamentales del gobierno en un Estado están íntimamente relacionadas con el hecho de lograr el mayor bienestar de la población. Para ello, sus metas incluyen crear condiciones para el crecimiento económico, esto es, para que el producto interno bruto (PIB) crezca. Pero aun cuando esto es una condición necesaria, no se considera suficiente. Además, se espera emplear plenamente los recursos, en particular los humanos; esto es, que la tasa de desempleo tienda a cero y que existan niveles de equidad en la distribución del crecimiento, lo que tal vez se reflejaría en indicadores como el coeficiente de Gini, que también debería tender a cero.

De otra parte, desde el punto de vista microeconómico la principal función de los administradores está en buscar el máximo beneficio para sus asociados; esto generalmente se relaciona con la búsqueda de alternativas para maximizar la tasa de ganancia, las utilidades de la empresa.

El PIB de los países es esencialmente el resultado de sumar la producción de las empresas que en él producen bienes y servicios, sin importar si ellas son públicas o privadas, grandes o pequeñas, de capital nacional o extranjero. En consecuencia, el desempeño del país no se puede ver como algo independiente a la acción de las empresas. Pero el desempeño de las empresas depende de las condiciones que se tengan en el país para que ellas puedan cumplir su cometido. De esta manera, la calidad y el nivel de la educación de los recursos humanos, el respeto a la justicia y la estabilidad de las normas legales, las condiciones de seguridad, la calidad de la infraestructura de salud y el transporte son, entre otras, condiciones fundamentales para que las empresas cuenten con las condiciones para realizar su objetivo social.

De lo anterior se desprende que en las actuales condiciones de mercado las que compiten son las empresas. Sin embargo, ellas son el resultado de condiciones que las hacen posibles y, en este sentido, representan la capacidad de los Estados para crear las condiciones que hacen factible su existencia y les permitan desplegar su efectividad para competir con éxito en el mercado global. De esta manera las empresas contribuyen a generar un creciente PIB, que le permita a los gobernantes mostrar, parcialmente, el cumplimiento de su tarea.

En consecuencia, un tema central del desarrollo de un país es cómo crear las condiciones para que sus empresas puedan competir con éxito en mercados globales. Las experiencias de la segunda mitad del siglo xx mostraron la pérdida de efectividad de las medidas monetarias encaminadas a disminuir de

El desempeño de las empresas depende de las condiciones que se tengan en el país.



para crear las llamadas ventajas competitivas. En este contexto, la manera de producir y apropiar conocimiento para que se transforme en valor agregado a la producción de bienes y servicios se convierte en un problema esencial que atañe a los gobernantes, desde la perspectiva macroeconómica, y a los administradores, desde el punto de vista de la empresa.

En efecto, cada vez resulta más evidente que el uso del conocimiento crea ventajas competitivas, permite que, mediante opciones innovadoras, se puedan transformar los insumos, las formas de producción, la combinación de factores, los productos, las formas de comercialización; en síntesis, es posible realizar modificaciones en cualquier aspecto del proceso de producción y distribución al producto mismo y, por tanto, se dan las mayores posibilidades para la innovación. En principio el proceso es relativamente simple. Se trata de identificar los blancos sobre los cuales se quiere actuar, esto es, producir modificaciones y, a partir de ello, encontrar, entender y asimilar el conocimiento disponible sobre el tema y sus aspectos relacionados (conocer el estado del arte), crear posibles hipótesis factibles, probarlas, escalar las que resulten exitosas y llevarlas a la línea de producción y con el producto que se obtenga enfrentar las fuerzas del mercado. A manera de ejemplo, de acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud, este proceso aplicado a la producción de un medicamento puede requerir entre 400 y 500 millones de dólares de inversión y el proceso demorar entre diez y quince años.

En un país con diversidad de regiones coexisten empresas grandes y pequeñas que se desempeñan en campos donde el conocimiento avanza a velocidades vertiginosas (por ejemplo, las comunicaciones, la informática y algunos campos de la biotecnología), en campos en los cuales la presión es menor (por ejemplo la construcción, textiles y alimentos). En consecuencia, los requerimientos, las alternativas y las oportunidades para incorporar conocimiento en el proceso productivo difieren considerablemente entre sectores, tamaños de empresa, formas de organización empresarial y desarrollo de

Para una empresa con mercados locales, de tamaño familiar, tener nuevo conocimiento para llevar los registros de su producción, un sistema contable y un computador personal, como instrumentos de trabajo puede resultar de gran impacto y, ciertamente, este conjunto de elementos constituirán una innovación. Sin embargo, en términos del proceso productivo del país, tal vez esto sólo pueda caracterizarse como una forma de atraso relativo de sus organizaciones productivas y no como una innovación. Un caso similar se presenta con el cumplimiento de estándares de producción y aseguramiento de la calidad.

Sin lugar a dudas, quien más debe conocer su producto y el proceso productivo que lo genera es el empresario y sus operarios, por tanto, son ellos quienes deben estar alerta sobre alternativas de mejoras en el proceso y en el producto. Esto hace parte del constante esfuerzo de utilizar las mejores prácticas al alcance y así mejorar la productividad de aquello en lo que y con lo que se trabaja. Muchas veces esto conduce a innovaciones que le dan ventajas competitivas reales al producto. La factibilidad de esta ruta se asocia a la existencia de empresarios y colaboradores entrenados adecuadamente para entender los procesos productivos en los que están involucrados, conocer las máquinas y herramientas con las que trabajan y, lo que resulta más importante, que tengan la actitud y la formación que les permita estar alerta, estudiar e identificar alternativas de mejora en lo cotidiano de su actividad. La formación básica de trabajadores con estas características es el producto del sistema educativo, de las alternativas y la calidad de la formación técnica y profesional disponibles, tema que rebasa al campo de la empresa y se transforma en un imperativo para la sociedad y, por tanto, se convierte en una responsabilidad que debe asumir el gobierno del Estado. ¿Cuál es la institucionalidad adecuada para ello? Esto depende de las características de cada país y, por supuesto, de la capacidad para crear de la manera más efectiva las condiciones que la empresa requiere.

Pero en la ardua tarea de crear ventajas competitivas basadas en conocimiento, el espacio para las mejores prácticas es reducida, por cuanto las "barreras" para los que ya compiten en ese mercado son muy bajas y las posibilidades de perder la ventaja adquirida es muy alta. Por tanto, el empresario está en riesgo de quedar en mercados donde la ventaja está sólo en los precios. Una alternativa empresarial para sortear este riesgo y mantenerse en mercados donde la innovación es la fuente de competitividad ha sido aumentar el grado de dedicación a la búsqueda de cambios, de innovaciones en sus procesos y productos. Para ello se crean las capacidades de investigación y de desarrollo (I+D), en las cuales se busca reunir el talento para entender el proceso de la empresa y conjugarlo con capacidades creativas, de búsqueda de información y de desarrollo de hipótesis y su evaluación, hasta encontrar alternativas para la línea de producción. De esta manera se crean las capacidades para hacer de la innovación un proceso continuo de producción, no una actividad episódica. Esta opción tiene además la gran ventaja de realizar innovaciones que parten de las condiciones de abundancia relativa de factores, lo que permite considerar en su desarrollo opciones que deberían conducir a un más intensivo uso de los factores abundantes y uno menor de los escasos. Lo anterior seguramente contribuiría a lograr pleno empleo de los factores y, por esa ruta, generar espacios para una mejor distribución del ingreso. Pero este es un paso costoso, que requiere invertir en personal entrenado, equipos e infraestructura adecuados. Por eso, para acceder a esta opción, se requiere la decisión de invertir en una actividad de riesgo, como el desarrollo del conocimiento.

Sin lugar a dudas quién más debe conocer su producto y su proceso es el empresario.

A medida que las empresas han incursionado en esta ruta, la cantidad de conocimiento disponible ha crecido vertiginosamente, la complejidad para encontrar alternativas de innovación se ha hecho más grande y las capacidades de los equipos y los laboratorios requeridos son más sofisticadas, lo



empresarios con problemas comunes y las inversiones públicas o combinaciones de ellas. Para responder a este requerimiento, se crearon los centros de desarrollo tecnológico (CDT).

En los países en que la conformación de los llamados sistemas de innovación se realizó de manera paulatina, mediante la interacción del desarrollo de las empresas y el desarrollo de las capacidades de investigación de las universidades y de los centros de investigación públicos o privados, se puede describir la existencia de una permanente y dinámica interacción entre unidades que trabajan con objetivos empresariales o, mejor, que solucionan problemas y combinan conocimiento nuevo y preexistente para generar innovaciones que los resuelvan y crear unidades de investigación, fundamentalmente en la universidad, empeñadas en la búsqueda de nuevos paradigmas, nuevo conocimiento en las fronteras de las disciplinas y en el promisorio universo de sus interrelaciones. En estos casos, el proceso de creación de ventajas competitivas se ha dado a lo largo de muchos años y en el proceso de evolución de las sociedades en los que están inmersos, lo cual hay que atribuirlo no sólo a las fuerzas del mercado, de oferta y demanda, a las empresas o a las universidades y a los centros productores de conocimiento, pues es un fenómeno mucho más complejo.

Un problema distinto enfrentan los países que “llegaron tarde”, los que se ven obligados a crear sistemas de innovación a partir de un no muy desarrollado sistema de producción de conocimiento en las universidades y centros de investigación públicos y privados, cuyas empresas por lo general no tienen la capacidad de competir con estrategias basadas en el conocimiento. Estos países tienen que saltar etapas, acelerar procesos, reconocer anticipadamente limitaciones e identificar oportunidades. Tienen que reconocer los umbrales de inversión requeridos para poder estar en el proceso de creación y transformación del conocimiento en los campos escogidos y así adquirir ventajas competitivas que se basan en esta dinámica. Esta es una tarea que rebasa al sector empresarial y compete a la sociedad en conjunto. La evidencia de que los países que llegaron tarde al proceso y que han desarrollado estrategias y esfuerzos exitosos para saltar etapas y alcanzar una posición competitiva en los términos descritos muestra que esto sólo es posible con inversiones públicas que proporcionen las condiciones para el desarrollo del sector empresarial y la infraestructura de desarrollo del conocimiento en los campos escogidos.

En los países que llegaron tarde es necesario crear de manera acelerada la capacidad empresarial para competir en los mercados globales especializados en conocimiento. También es necesario crear capacidades de producción de conocimiento que resuelvan los problemas de los procesos productivos y fortalecer la investigación que busca nuevas opciones, nuevos paradigmas base para desarrollos que efectivamente lleven a un proceso continuo de innovación, como fuente de competitividad. Algunos economistas han planteado que los requerimientos de inversión para lograrlo son iguales a los necesarios para que los sectores o productos seleccionados tengan las mismas condiciones que el mejor

sociedad de los empresarios y de los gobernantes. Los que llegaron tarde tienen el gran reto de ponerse al día y continuar en la competencia.

La experiencia en Colombia

En Colombia se conformó en 1995 el Sistema Nacional de Innovación (SNI), como una rama del ya existente Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) y de la “nueva política nacional de innovación y desarrollo tecnológico”. El SNI se concibió con el objetivo de “... implementar una estrategia de desarrollo empresarial orientada a la generación de nuevos productos y procesos, a la adaptación tecnológica, a la capacitación avanzada de trabajadores y a la adopción de cambios en la cultura empresarial. Lo anterior, con el propósito de incrementar la productividad y competitividad de las empresas y del sector productivo nacional en su conjunto” (Colciencias, DNP y UDE, 2000).

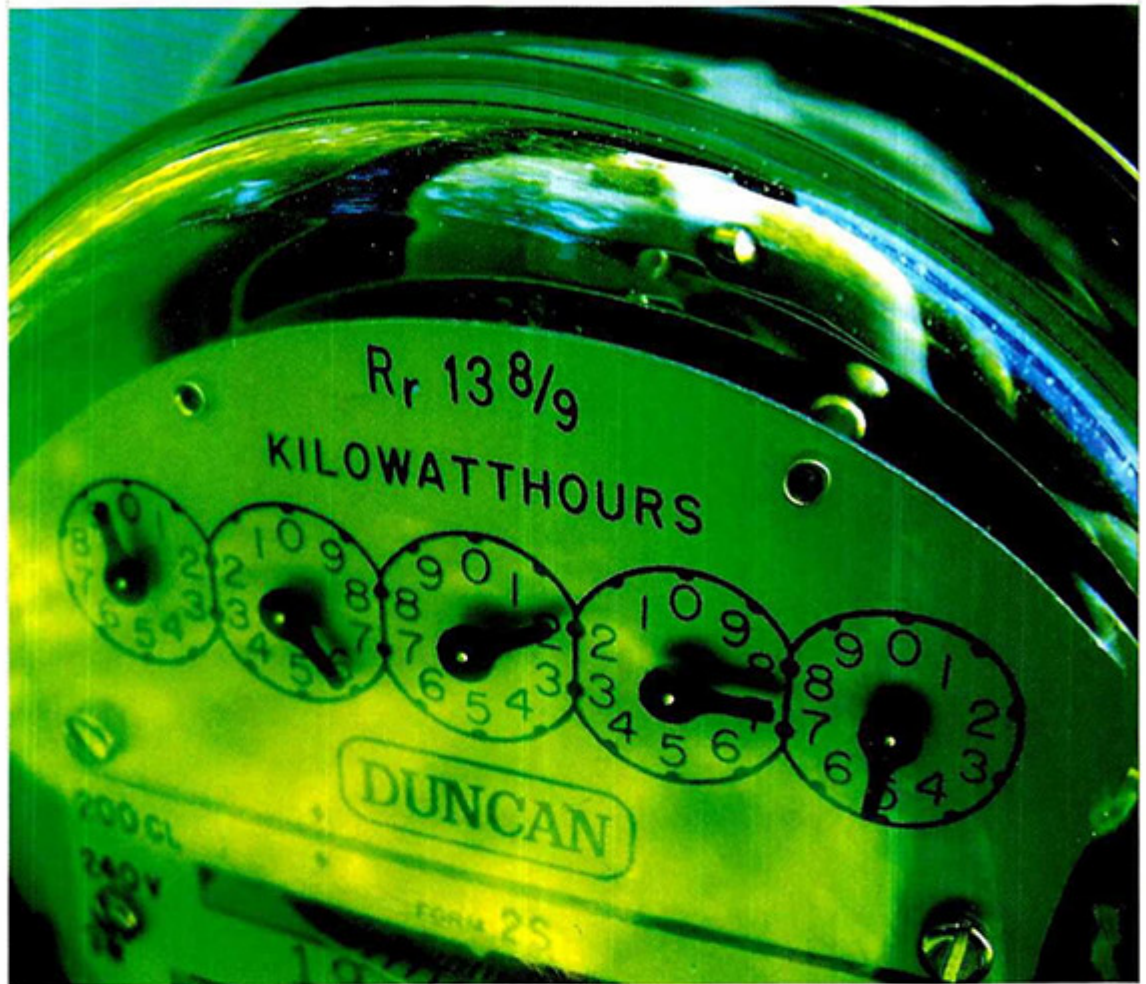
El SNI y el SNCT están conformados por diversos actores compartidos. Sin embargo, el primero hace mayor énfasis en la participación del sector productivo, al considerarlo su eje central, así como en la participación de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT), como la principal estrategia para su integración. La Organización para el Desarrollo y Cooperación Económica (OECD, por sus siglas en inglés) elaboró el *Manual Frascati* como guía para medir las actividades científicas y tecnológicas. En este manual hay una definición y diferenciación entre la familia de actividades científicas y tecnológicas y el proceso de innovación científica y tecnológica (tabla 1).

Se puede ver que los dos conceptos que describe el *Manual* sobre la familia de actividades científicas y tecnológicas y sobre el proceso de innovación científica y tecnológica son congruentes con las definiciones del SNCT y del SNI, respectivamente. Sin embargo, si se miran en detalle las funciones que se le han atribuido a los CDTs (actividades científicas y tecnológicas —I+D, capacitación y servicios científicos y tecnológicos—, transferencia de conocimiento aplicado y tecnología a través de la I+D y la prestación de servicios tecnológicos), se puede observar la asignación de funciones más cercanas a las que cumplen los centros de investigación (investigación, capacitación y transferencia de tecnología)

Los CDTs son la principal estrategia para la integración del SNCT e Innovación.

Tabla 1. Definición de la familia de actividades científicas y tecnológicas y del proceso de innovación científica y tecnológica

	Familia de actividades científicas y tecnológicas	Proceso de innovación científica y tecnológica
Función / Objetivo	Generación, avance, diseminación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en todos los campos de la ciencia y la tecnología	Transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado, introducido en el mercado en un proceso operativo nuevo o mejorado que se usa en la industria, el comercio o en una nueva aproximación hacia un servicio social
Componentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación y desarrollo (I+D) (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental) 2. Educación y entrenamiento en ciencia y tecnología 3. Servicios científicos y tecnológicos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación y desarrollo (I+D) (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental) 2. Actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales



y a las que menciona el *Manual Frascati* como componentes de la familia de actividades científicas y tecnológicas (capacitación y servicios científicos y tecnológicos). Sin embargo, no es clara su función como generadores de nuevos productos y procesos, así como el desempeño de actividades de transferencia al proceso productivo importantes para hacer posible que sus resultados de I+D se transformen en innovación.

A pesar de los esfuerzos formales por apoyar el desarrollo de la capacidad competitiva del conocimiento, es importante tener en cuenta que, según cifras del Departamento Nacional de Planeación

(DNP), el país invirtió entre 1995 y 2003 4,3 billones de pesos (precios constantes 1998) en actividades científicas, tecnológicas e innovadoras. De éstos, el gobierno aportó 2,7 billones (64%) y el sector privado 1,6 billones (36%). En este período hubo un promedio anual de inversión nacional en estas actividades de 478.625 millones de pesos, lo cual equivale a 335 millones de dólares (TMR de 1998). Esta cifra

contrasta con las inversiones en I+D que realizaron algunas compañías multinacionales para 2003. Así, por ejemplo, Johnson & Johnson asignó 4.600 millones de dólares y General Motors 5.700 millones de dólares. También contrasta con la inversión realizada en el proyecto del genoma humano, que se calcula en 3.000 millones de dólares. Estos datos hacen pensar que más allá de decisiones organizativas, se requieren decisiones concretas de inversión y ante la escasez de recursos de definición de prioridades. Experiencias que han tenido éxito a nivel nacional como Cenicafé, Cenicaña, ICP e ICPC deberían ser

Se debe apoyar el desarrollo de la capacidad competitiva del conocimiento.

Comentarios finales

¿Qué sectores escoger? ¿Cómo construir ventajas competitivas a partir de la infraestructura disponible? ¿Cómo hacerlo con la velocidad y la urgencia que la sociedad, los gobiernos y los empresarios exigen? La respuesta pareciera estar en el diseño y ejecución de un modelo innovador de desarrollo que considere seriamente el conocimiento como un factor de desarrollo. Los ejemplos de algunos que han llegado tarde, como es el caso de Japón, Corea, Irlanda, India y, más recientemente, China, así lo sugieren. De lo anterior se desprende que a los gobernantes y a los empresarios les compete crear las condiciones para transformar el conocimiento en fuente de competitividad para el país. Para lograr esto, resulta imprescindible contar con las capacidades para identificar, apropiar y transformar conocimiento de manera sostenida y sostenible, en el mediano y largo plazo, dentro de los campos escogidos como prioritarios y estratégicos.

Evidencia en varios países muestra que un elemento fundamental para lograr este cometido son las capacidades de I+D. Esta es la importancia estratégica de los CDT, en cuanto éstos sean claramente centros I+D. La naturaleza jurídica de estos centros es un tema en

el que caben múltiples posibilidades. El problema no es si son privados, públicos o mixtos; tampoco que estén adscritos a empresas, asociaciones de empresarios, a universidades o a combinaciones entre ellos. El problema es tener claro para qué son, cuál es la estrategia de desarrollo de la que hacen parte, cuáles son las metas que tienen; esto es, definir los campos en los que se espera que produzca conocimiento que genere ventajas competitivas a las empresas.

El dilema de si se debe fortalecer la oferta mediante la creación de centros que respondan a posibles demandas, o si se debe fortalecer la demanda (es decir, empresas que demanden conocimiento) debe ser visto en el contexto de una realidad en la cual oferta y demanda real de innovaciones es muy limitada. El problema de los que llegaron tarde es que tienen que crear la oferta y la demanda simultáneamente y, por eso, la tarea requiere planeación y prioridades. Pero también requiere persistencia en el tiempo e inversiones en el desarrollo de un conocimiento y en la construcción de un aparato productivo que sea acorde con los retos propuestos.

A los gobernantes y empresarios les compete crear las condiciones para transformar el conocimiento.

Referencias bibliográficas

Colciencias, Ministerio de Desarrollo, Ministerio de Agricultura e IFI (1995), *Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico*.

Colciencias, UNCTD, UNCTAD (1997), *Ejercicio de evaluación de la política científica, tecnológica y de innovación de Colombia*.

Colciencias, DNP y UDE (2000), Documento Conpes 3080, *Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002*.

OECD (1994), *Frascati Manual*, París.





Experiencias

productividad

Centro Nacional de Productividad (CNP)

Agente de cambio
en Colombia

Centro Nacional de Productividad (CNP)

Agente de Cambio en Colombia

cnp@cnp.org.co

La productividad no lo es todo;
pero a la larga, es casi todo.

—Paul Krugman

Desde sus inicios, en 1995, como Centro de Productividad del Pacífico, el hoy reconocido Centro Nacional de Productividad (CNP), liderado por un grupo de instituciones públicas y privadas de la región, nació como una entidad de conformación mixta y sin ánimo de lucro con la misión de apoyar a las empresas del Pacífico en su desafío de mejorar y enfrentarse a los retos de una mayor exposición al comercio internacional. Ésta ha tenido un papel vital en la adopción y aplicación de herramientas que permitan materializar los principios de la productividad y competitividad en Colombia.

El Centro ha sido una institución de pensamiento que se conectó con JUSE en Japón, lideró las misiones empresariales de conocimiento y organizó la visita de los consultores y expertos japoneses hasta 2003. Sus primeras intervenciones como agente consultor estuvieron orientadas a implantar los sistemas y herramientas de gestión sencillos como el Mejoramiento Continuo y los Sistemas Gestión de Calidad y Planeación Estratégica.

En esa etapa también afloró la conexión con la Red de Centros de Productividad (RCCP) en Latinoamérica e impulsó a la Red Nacional que el Ministerio de Desarrollo auspiciaba.

La transferencia de conocimiento por parte del Japan Productivity Center (JPC), a través de la Cooperación Técnica Japonesa, ha permitido al CNP dominar un conjunto de tecnologías enfocadas al mejoramiento

de la productividad de las organizaciones. Igualmente, la alianza con exclusividad mutua entre el CNP y el INDG (la agencia de entrenamiento y consultoría más grande de América Latina) permite a las dos instituciones desarrollar proyectos de consultoría y capacitación conjuntos, así como misiones empresariales y la formación de colombianos en Brasil.

Las organizaciones que optan por los servicios técnicos especializados del CNP deciden contratarlos con base en un gran número de diferencias con relación a los distintos centros de productividad en el país, en tanto apuntan a obtener resultados rápidos, los cuales se reflejan en los estados financieros. Esta es la mayor diferencia entre la consultoría tradicional y la verdadera productividad.

El CNP es una entidad que contribuye a fortalecer el Movimiento Colombiano de la Productividad siguiendo la experiencia de los centros de productividad de Japón y Brasil, que cuentan con áreas de investigación, publicaciones y orientación editorial dedicadas al tema.

1. Programas

CNP y PYMES: El Centro Nacional de Productividad es la entidad del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que ofrece los servicios de investigación y desarrollo, asistencia técnica y pruebas de laboratorio, entre otros. Además, por medio de investigaciones aplicadas con la financiación de Colciencias se promueve el desarrollo tecnológico e innovación de manera conjunta con una o varias entidades en las diferentes áreas del conocimiento, en su mayoría orientadas para las pymes.

Cuando el Centro de Producción del Pacífico pasó a ser el Centro Nacional de Productividad (CNP),

El Sistema de Referenciación Nacional
facilita la medición y el análisis de la
productividad en las empresas
a través de indicadores comparables.

son ejecutadas en el marco de programas realizados con el apoyo de veinte instituciones nacionales e internacionales, a saber: Colciencias, Gobernación del Valle, Cámara de Comercio de Cali, Fundación de Apoyo de la Universidad del Valle, Icontec, Sena, Proexport, Ministerio de Comercio Exterior, CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), CAF (Corporación Andina de Fomento), Secab (Convenio Andrés Bello), JICA (Japan International Cooperation Agency), AOTS (The Association for Overseas Technical Scholarship), GTZ e INDG. También ha realizado actividades académicas con la Universidad del Valle, la Universidad Javeriana e ICESI.

CNP en el Programa de Desarrollo Empresarial (CED): En el marco del Programa de Desarrollo Empresarial Colombiano (CED), el Centro Nacional de Productividad (CNP), entidad operadora, desarrolló en el período 2003-2006 un papel gestor gracias a su experiencia y conocimiento de identificar proyectos en las empresas del suroccidente colombiano que estuviesen buscando generar empleo y mejorar sus fuentes de productividad y crecimiento en ventas.

El espíritu del Programa Nacional de Homologación es consolidar una metodología para medir productividad.

El Centro fue el ancla de la operación y la consultoría del programa CED en el suroccidente del país, bajo la dirección de Carana, operador integral e internacional del programa auspiciado por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (Usaid).

Ciento cuarenta y un proyectos con un impacto de más de 300 empresas generó más de 5.200 empleos en el suroccidente colombiano; sus activos se elevaron 44%, sus ingresos, 43%. Los sectores económicos más importantes fueron: textil y confección, alimentos y bebidas, agroindustrial y comercialización. Noventa y seis empresas gestionaron créditos por más de 40 mil millones de pesos. El 80% de las disciplinas aplicadas correspondieron a mercadeo/ventas, mejoramiento de proceso, finanzas y mejoramiento continuo.

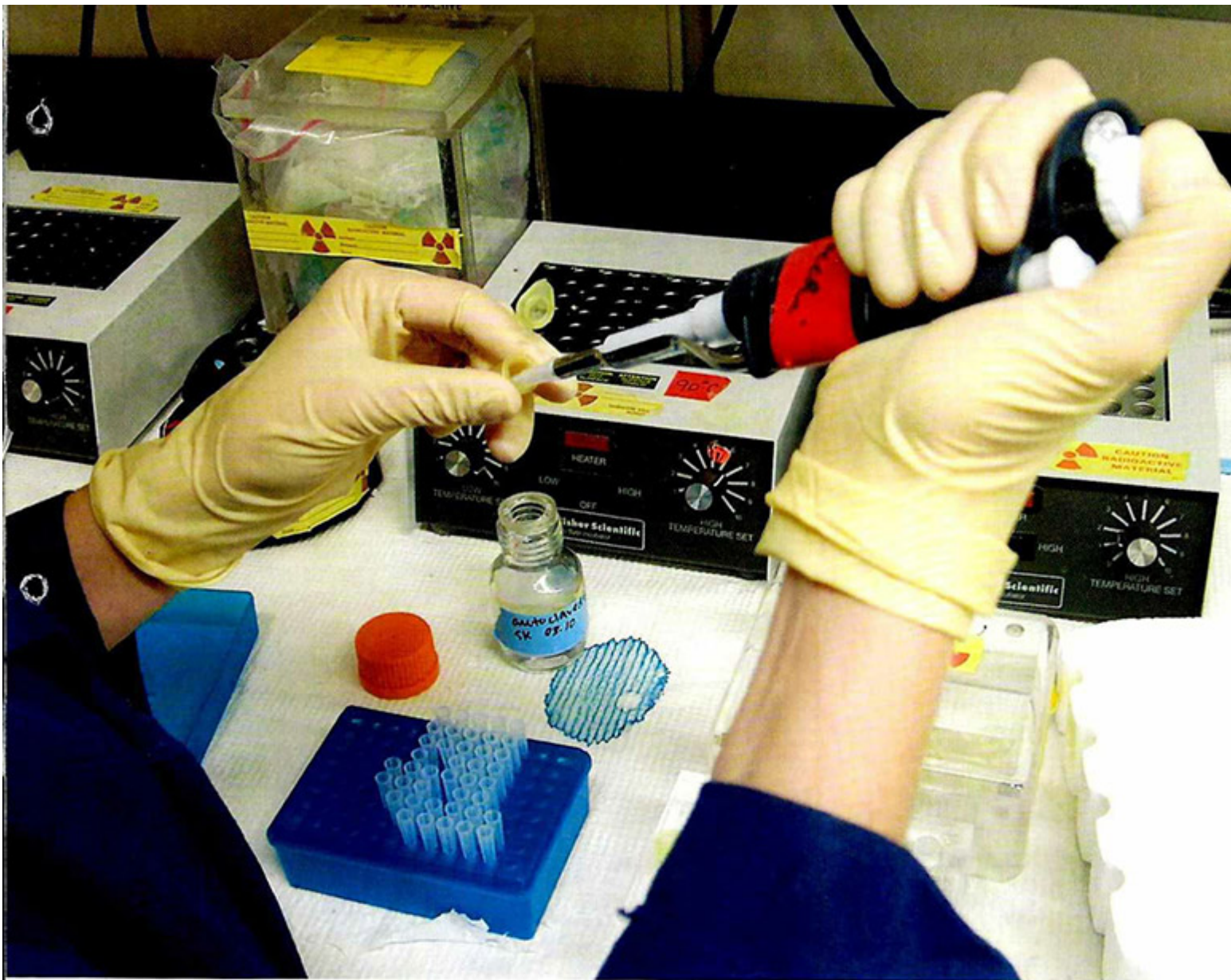
CNP en Más Inversión para el Desarrollo Sostenible (Midas): El CNP, luego de terminar exitosamente su trabajo en el Programa CED, se vinculó al Programa Midas (Más Inversión para el Desarrollo Sostenible, agosto de 2006), iniciativa de Usaid proyectada a cinco años y coordinada por Asociados para el Desarrollo Rural (ARD) en Colombia, con metas enfocadas hacia la generación de empleo y el aumento del nivel de ingresos. El CNP ya comenzó la ejecución de los primeros proyectos de Midas en el componente pymes.

A la fecha se han presentado diez proyectos para el programa Midas, los cuales han sido aprobados en los siguientes sectores productivos: servicios, maderas y muebles, manufactura, distribución y comercialización de insumos agropecuarios, agrícola y artes gráficas. Lo anterior convierte al CNP en el primer proveedor de proyectos en el país y en un aliado estratégico en la región para el programa, pues su equipo humano de trabajo y gestión altamente calificados permiten garantizar el éxito de Midas en el suroeste colombiano. Actualmente hay treinta proyectos más para ser presentados entre los meses de agosto y septiembre de 2006.

2. El CNP y la investigación sobre productividad

Impacto de la certificación de Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) en empresas colombianas: Esta es la primera investigación que se realiza en Colombia, e inclusive una de las primeras a nivel internacional, con rigor estadístico y metodológico que presta atención de manera objetiva e independiente a la voz de las empresas certificadas, en función de establecer el impacto que éstas reconocen en términos de su contribución al mejoramiento de la calidad, el incremento de la productividad y el desarrollo sostenible de su capacidad competitiva.

Sistema de Referenciación Nacional: El Sistema de Referenciación Nacional es el resultado del



de la productividad en las empresas, al permitirles identificar sus fortalezas y debilidades a través de indicadores comparables con datos de diferentes períodos y/o con los de otras empresas.

El Compendio Estadístico se desarrolló con base en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE, período 1992-2002, con un nivel desagregado por sectores según el Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU) hasta 4 dígitos. Para usarla correctamente, se debe tener en cuenta que al CIIU se le desagregaron o eliminaron algunos sectores, lo que varió totalmente su nomenclatura en 2000. PROMES 2.0, una herramienta que permite calcular los indicadores de productividad, es su complemento. Tanto el Compendio como PROMES se pueden descargar gratuitamente desde la página del CNP, <http://www.cnp.org.co>.

Programa Nacional de Homologación y Apoyo a la Medición de la Productividad: El espíritu de este programa era consolidar una única metodología en todo el país para medir productividad, con enfoque de valor agregado. En Colombia se habían llevado a cabo muchos intentos aislados de medir productividad, pero gracias a la dirección del CNP y al patrocinio del Sena, CNP logró reunir al gobierno, la academia, los empresarios y los trabajadores para construir y validar un modelo único de medición de la productividad del valor agregado. Mientras se desarrollaba este proyecto se construyó un software para facilitar la medición: PROMES.

Otras Investigaciones

- “Convergencia tecnológica internacional en las empresas industriales de Colombia”

3. Alianzas

El CNP está en permanente búsqueda de nuevos convenios y alianzas que permitan fortalecer y ampliar las fronteras del conocimiento. Entre los más destacados están:

a) Red Latinoamericana de Centros de Productividad, que involucra a las instituciones encargadas del tema en la mayoría de los países de Latinoamérica.

b) Red Colombiana de Centros de Productividad (RCCP): El CNP y la esta Red han ofrecido seminarios de capacitación sobre tecnologías de gestión para mejorar la productividad, con la participación de más

El CNP está en permanente búsqueda de nuevos convenios y alianzas que permitan fortalecer y ampliar las fronteras del conocimiento.

de 1.700 asistentes en las principales ciudades de Colombia, en los que se han tratado temas como medición de la productividad, 5's y Kaizen, TPM (Total Productivity Maintenance), mejoramiento de la productividad y calidad y JIT (just in time), y han visitado alrededor de setenta compañías, con lo cual se ha establecido el estado de

la productividad del país y se ha definido el plan de acción a seguir.

c) Instituto de Desenvolvimiento Gerencial de Brasil (INDG): El INDG es actualmente la agencia de entrenamiento y consultoría más grande de América Latina, con presencia en más de quince países; Colombia es uno de ellos a través del CNP. Desde 2003, el CNP y el INDG sostienen una alianza de cooperación mutua para conocer y mejorar las organizaciones económicas en Colombia, y ofrece soluciones de productividad que se caracterizan por:

- estar construidas sobre la ruta de calidad (PHVA),
- ser de resultados medibles y visibles en estados financieros,
- transferir las herramientas para que las personas en las organizaciones lleven a cabo mejoras de manera autónoma,
- incluir siempre una promesa de valor,
- establecer plazos menores a un año para mostrar resultados.

d) El Programa de Cooperación Técnica con el Gobierno Japonés, a través de la Agencia de Cooperación Internacional de ese país (JICA), ha enviado expertos "de corto plazo" a nuestro país y permitido que los empresarios colombianos participen en programas de entrenamiento en Japón.

e) La Association of Overseas Technical Scholarships (AOTS) es una de las principales agencias japonesas que apoyan a países en desarrollo al proporcionar subsidios a programas de cooperación técnica. El CNP ha sido el promotor de estas becas en Colombia, que han permitido a más de cuarenta

colombianos viajar a Japón para entrenarse y luego regresar a implementar lo aprendido.

4. Productos del CNP

La importancia del mejoramiento de la productividad estriba en el hecho de que ésta es, finalmente, y en el largo plazo, "el único camino cierto para elevar el nivel y la calidad de vida de una nación" y que "la productividad no lo es todo pero..., a la larga, es casi todo" (Krugman, 1997:11). Su incremento genera múltiples efectos simultáneos, complementarios y permanentes entre quienes participan en su mejoramiento.



Cuadro 1. Estrategias organizacionales empleadas por organizaciones nacionales de producción.



El CNP ha asesorado a más de 1.200 compañías en todo el país en proyectos de consultoría y entrenamiento, que incluyen: presupuestación matricial, Seis Sigma, Lean Manufacturing, gerencia de la rutina diaria, change over, mejoramiento continuo, direccionamiento estratégico, ISO 9.000, Costeo Basado en Actividades (ABC), entre otros. El cuadro 1 resume las consultorías.

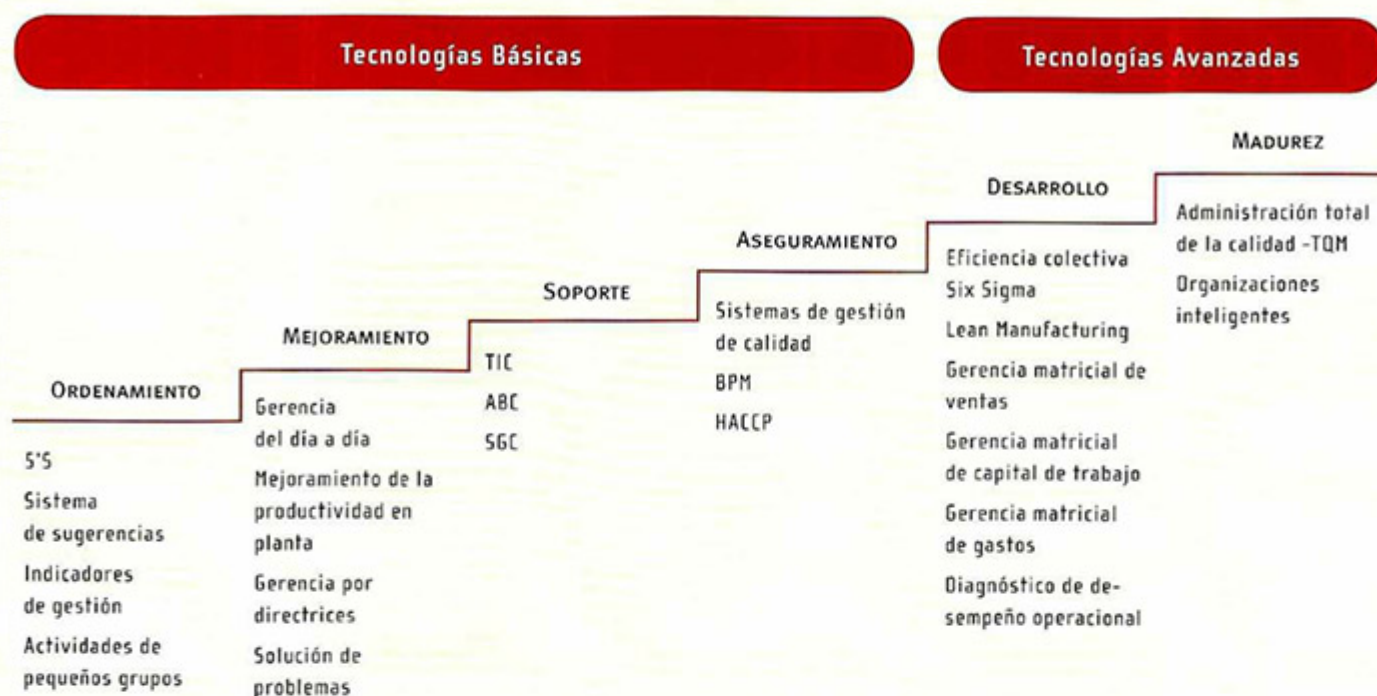
Así mismo, el CNP ofrece soluciones de acuerdo con el estado de desarrollo del sistema de gestión de cada compañía. Para cada situación, el CNP cuenta con una batería de herramientas que van desde el ordenamiento, mejoramiento y soporte, hasta el aseguramiento, desarrollo y madurez, como se muestra en el gráfico 2.

En el campo de las tecnologías avanzadas de gestión se encuentran Lean Manufacturing y Seis Sigma, ambas tecnologías nuevas en Colombia pero de amplio recorrido en las multinacionales. Lean Manufacturing es una filosofía de mejoramiento que adopta los principios del sistema de producción de Toyota y se basa en el trabajo de equipo y el aprovechamiento del talento humano; busca reducir el tiempo entre la llegada de la orden de un cliente y su entrega, reduciendo costos y mejorando la calidad mediante la eliminación de desperdicios (actividades que no agregan valor), la reducir de la

Cuadro 2. Resumen de consultorías y entrenamientos 2000-2005

Actividad	Total
Aseguramiento	365
Gerencia del Día a Día	206
Programa 5'S	123
Indicadores de Gestión y Productividad	115
Manejo de la Información	87
Videoconferencia	124
Costos ABC	28
Tecnologías de Información	39
Proyectos Sector Público	9
Mejoramiento de Productividad en Planta	13
Direccionamiento estratégico	6
Administración de proyectos	17
Lean Manufacturing	9
Seis Sigma	5

Gráfica 1. Soluciones de acuerdo con el estado de desarrollo del sistema de gestión de cada compañía



Seis Sigma es una manera inteligente de gerenciar la solución de los problemas complejos de una empresa o un departamento, pone al cliente primero y usa hechos y datos para generar mejores resultados.

Los esfuerzos de Seis Sigma están dirigidos a tres áreas principales: reducir defectos, mejorar la satisfacción del cliente y reducir el tiempo de ciclo.

Tres características clave diferencian a Seis Sigma de los programas de calidad del pasado:

1. *Seis Sigma está orientado hacia el cliente, al direccionar sus esfuerzos al mejoramiento continuo de sus empresas.*

2. *Los proyectos de Seis Sigma producen un mayor retorno sobre la inversión. Son muchas las empresas que reciben beneficios económicos de diez, veinte y hasta cien veces el valor invertido.*

3. *Seis Sigma cambia la manera de gerenciar. Líderes y altos ejecutivos en las organizaciones están aprendiendo a manejar las herramientas y conceptos de Seis Sigma: nuevas visiones del pensamiento, planeación y ejecución para obtener resultados. En otras palabras, Seis Sigma pone en práctica la noción de trabajar inteligentemente sin que sea necesariamente más duro.*

El CNP ha asesorado a más de 1.200 compañías en todo el país en proyectos de consultoría y entrenamiento.

5. CNP y la comunidad virtual

El gobierno, que está a la cabeza de Colciencias en su esfuerzo por integrar los intentos aislados que diferentes centros de productividad han realizado en sus respectivas áreas de influencia, llevó a la creación de la Red Colombiana de Centros de Productividad (RCCP) en febrero de 2001, que actualmente vincula a nueve centros: el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, el Centro de Competitividad y Productividad del Caribe (Cenacari), el Centro de Productividad y Tecnología del Cauca (Cenacauca), el Centro de Productividad y Tecnología del Cesar (Cenacesar), el Centro de Productividad y Tecnología del Magdalena (Cenacmagdalena), el Centro de Productividad y Tecnología del Meta (Cenacmeta), el Centro de Productividad y Tecnología del Norte de Santander (Cenacnorte), el Centro de Productividad y Tecnología del Tolima (Cenactolima) y el Centro de Productividad y Tecnología del Valle del Cauca (Cenacvalle).



de Productividad y Competitividad del Eje Cafetero, el Centro Regional de Gestión para la Productividad y la Innovación de Boyacá, la Corporación Calidad y el Centro Nacional de Productividad que, a su vez, obra como coordinador de la RCCP.

En este esfuerzo el CNP promovió el desarrollo del sitio web de la Red Colombiana de Centros de Productividad (www.cnp.org.co/rccp) y, como su administrador, hace un esfuerzo por canalizar y promover los resultados, las actividades y los conocimientos de los diferentes centros que conforman el RCCP. El CNP actualmente desarrolla un proyecto con el apoyo Colciencias para fortalecer el sitio www.cnp.org.co, que tiene como fin la promoción de los resultados del CNP y la publicación de material e información sobre el tema de la productividad en un boletín quincenal gratuito que se envía a los usuarios registrados en la página, donde, además, se puede consultar el archivo de los boletines desde el inicio del proyecto.

Bibliografía

empresa

Grupo Cóndor S.A

Experiencia exitosa
en la implementación
de innovación
tecnológica
en Colombia

Néstor Fabián Santos Nova

Ingeniero industrial,

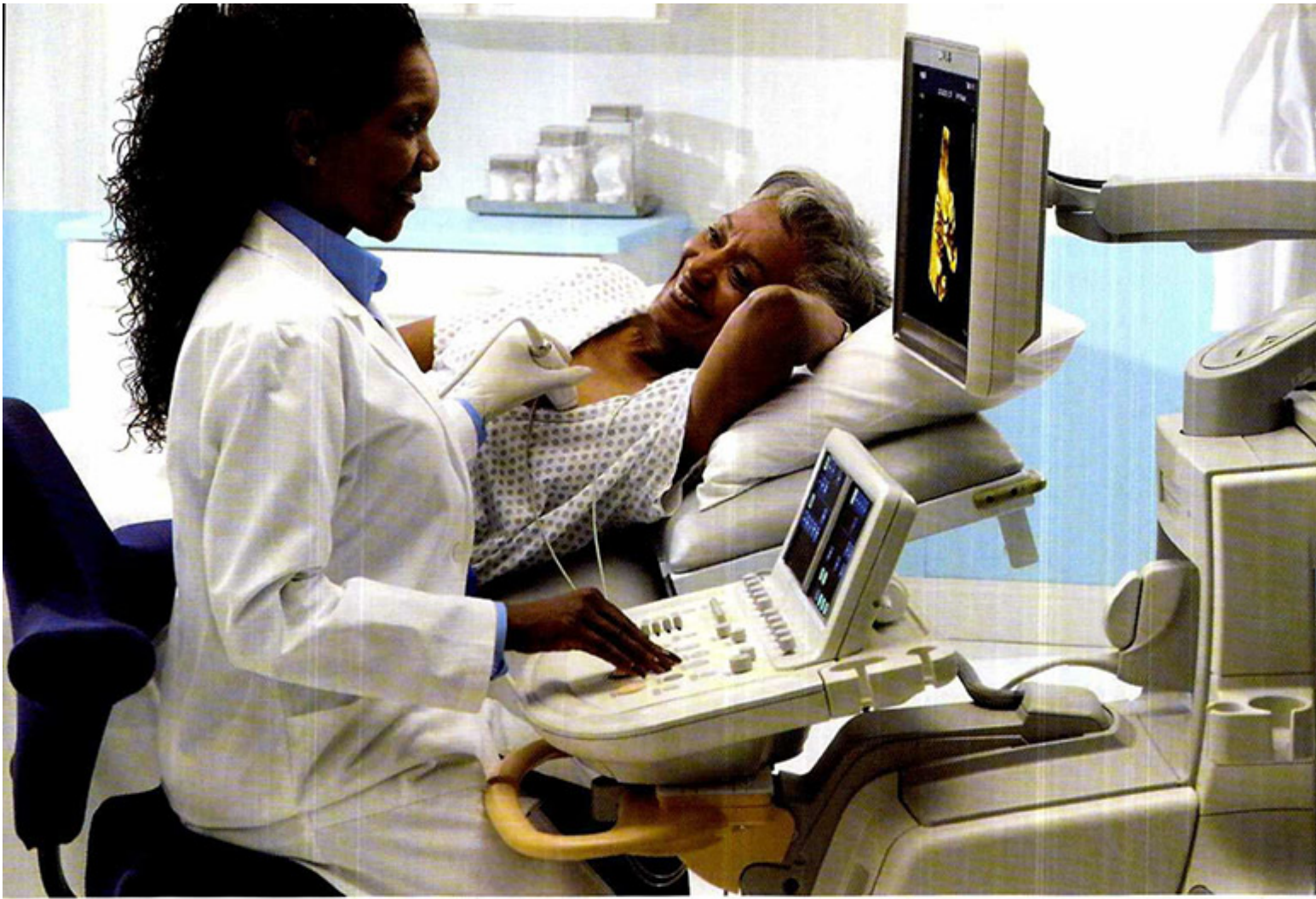
Gerente general

Grupo Cóndor S. A.

nsantos@grupo-condor.net

Image not found or type unknown





resultado de una iniciativa consolidada el 15 de septiembre del año 2000 por dos ingenieros industriales que deseaban participar en el mercado de la consultoría informática especializada, campo que hasta ese momento era exclusivo de profesionales en el área de sistemas.

El emprendimiento resultó de la integración de experiencias en campos

del sector de tecnología en informática y telecomunicaciones (TIC).

Dos años después de la fundación de la empresa, dos nuevos socios llegaron a ella con el objetivo de ampliar los servicios de la firma en áreas con gran potencial en Colombia como son la computación móvil y los sistemas de RFID (Identificación de Radio Frecuencia, por su sigla en inglés)

entidad actúa como agente promotor de Grupo Cóndor y como gestor de recursos dentro de un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico con dineros del estado a través del Sena.

Gracias a esta sinergia y la colaboración de Colciencias como evaluador de procesos tecnológicos e innovaciones de la empresa, Grupo Cóndor ha desarrollado aplicaciones para diferentes áreas empresariales, y cuenta hoy con un amplio portafolio de servicios dentro de los que se pueden destacar:

- POSSI-MEDIC. Sistema móvil de información para el manejo de historias clínicas. Aplicación de escritorio con captura de imágenes a través de periféricos como escáneres, cámaras digitales y equipos médicos especializados.

- POSSI-STORE. Sistema móvil de toma de pedidos para empresas comerciales en canales de preventa y autoventa. Adición de módulos de encues-

Grupo Cóndor es ejemplo de desarrollo empresarial en tecnología de información y telecomunicaciones en el país.

del turismo, consultoría energética, construcción y gestión de empresas familiares, así como del gusto por las herramientas informáticas, lo que llevó

Durante este nuevo período la empresa entró a formar parte del grupo adscrito a la Corporación Bucaramanga Emprendedora Luis Carlos Galán Sarmiento,

inalámbricas Bluetooth (protocolo de comunicaciones inalámbrico estándar).

- **POSSI-CONTROL.** Sistema móvil de toma de lecturas de contadores de agua, energía y gas mediante protocolos IRDA (Adquisición de datos mediante Infrarrojos, por su sigla en inglés)

- **POSSI-SURVEY.** Sistema para diseño, captura y tabulación de encuestas y test de tipo psicológico en dispositivos PDA (Asistentes Personales Digitales, por su sigla en inglés).

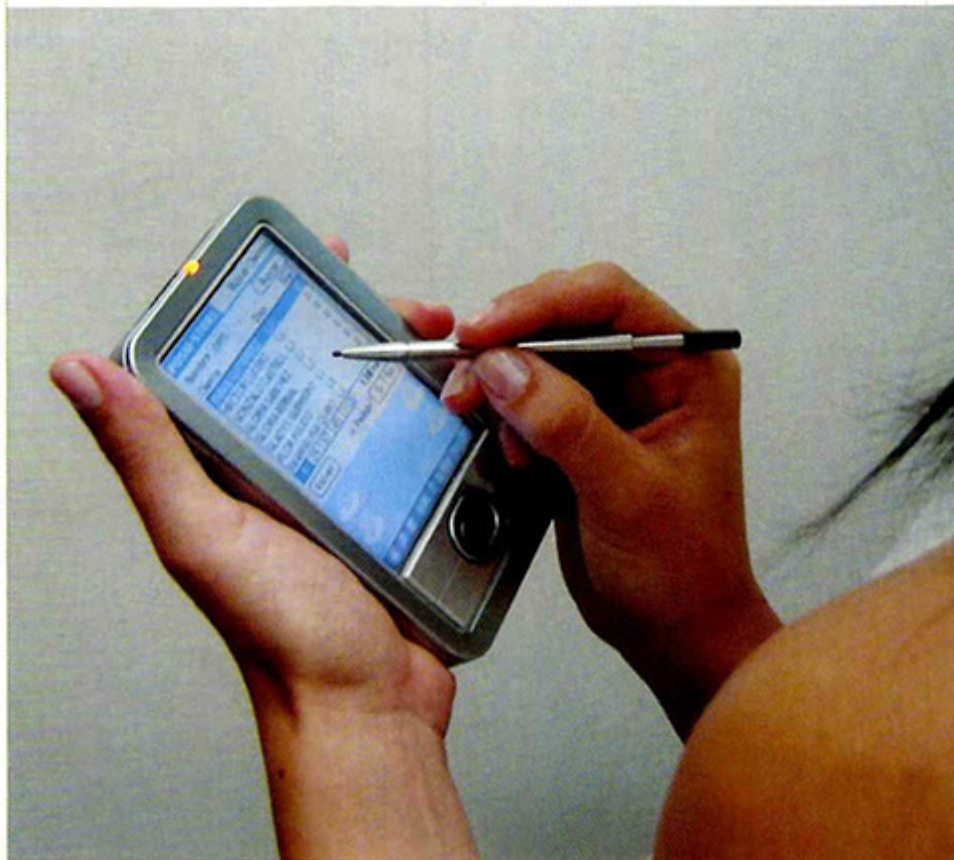
- **POSSI-LOGIS.** Sistema móvil de simulación de laboratorios de ingenierías especializados en logística.

- **www.possi-med.com** Sistema total de comercialización del producto POSSI-MEDIC mediante la implementación de sistemas de soporte en línea, así como de pagos electrónicos en Colombia, en alianza con la compañía colombiana Pagos On Line y sistemas de pago internacionales con el sistema de pagos PayPal.

- **SERVICE-WEB-CONTACT.** Sistema de gestión y seguimiento de clientes potenciales que surgen a través de la página web de su empresa, para lo cual se requiere hacer un seguimiento estricto de atención personalizada.

- **INVENTORY-WEB-TRACKING.** Sistema especialmente desarrollado sobre internet para compañías del sector de la construcción que requieren llevar una trazabilidad total de sus equipos, herramientas y maquinaria en cada una de sus obras ubicadas en todo el territorio nacional, programar traslados, pedidos, compras, bajas, mantenimientos, costos de alquiler y, por supuesto, generación permanente de informes y gráficos de gestión que pueden ser consultados en cualquier lugar del mundo desde internet en tiempo real.

En diciembre de 2004 la metodología implementada para el desarrollo de sistemas de información para apoyo a las operaciones empresariales a bajo costo fue reconocida con una Mención



presa en el Premio Colombiano a la Innovación Tecnológica Empresarial —Innova— otorgado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

El POSSI-MEDIC hizo a Grupo Cóndor S.A. merecedor del tercer lugar en el Premio Colombiano a la Innovación Tecnológica Empresarial —Innova— otorgado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en diciembre de 2005.

Actualmente, Grupo Cóndor S.A. es líder en desarrollos tecnológicos en Santander, región en la cual se está implementando hoy en día el desarrollo del cluster de software, basados en los crecimientos año tras año de la informática en la región.

Persistencia sobre dificultades. No todo es color de rosa,

Aunque los servicios prestados por Grupo Cóndor S.A. son una respuesta

ción, crear una cultura de manejo de la misma con equipos de tecnología de punta es algo complicado, sobre todo cuando el cliente no los conoce y no tiene una perspectiva de los beneficios aportados por estos sistemas.

Es aquí donde cumplen un papel importante los factores de éxito de esta empresa santandereana: persistencia para seguir apostando por el desarrollo de las ideas que no dan fruto instantáneamente, y sentido de creatividad, no sólo para crear innovaciones como éstas, sino también para entregar a sus clientes un producto con alto valor agregado y calidad.

Este ejemplo de desarrollo empresarial deja ver que las iniciativas regionales en nuevos sectores tienen un gran potencial de éxito. No es cuestión de grandes cantidades de dinero o infraestructura, sino de empresas que saben interpretar las necesidades tecnológicas del mundo y están dispuestas a ampliar la perspectiva a un horizonte de largo

Investigación

Grandes avances de la biotecnología en Colombia

Dolly Montoya

Química Farmacéutica Msc PhD

Coordinadora Grupo de Bioprocesos
y Bioprospección

Instituto de Biotecnología —IBUN— Universidad
Nacional de Colombia

dmontoyac@unal.edu.co

Introducción

Los retos hacia el futuro están ligados al ascenso a la sociedad del conocimiento para promover el desarrollo económico, unido a la capacidad de generar, recibir o fomentar las innovaciones. La gestión del conocimiento exige organización por parte de los actores para hacer de la investigación y el desarrollo, el motor que encadene la producción científica, con las destrezas del personal altamente calificado en la negociación, la innovación y la articulación de políticas de estado con el desarrollo empresarial. No es posible plantearse el desarrollo tecnológico al margen del contexto económico, ello pasa por la innovación política y sociocultural que muestre el horizonte de desarrollo industrial y equidad social, que estimule la actividad innovadora en todos los niveles de la sociedad. Es decir, no basta la creatividad, proyectos, iniciativas, si no se logran influir los círculos de tomadores de decisiones.

En nuestro país la dispersión de esfuerzos limita la constitución de capital social entendido como la alianza entre las redes de investigadores, el Estado, las empresas y la sociedad en general. Una de las principales dificultades que hemos venido superando a través de los años es el aislamiento de los grupos de investigación, de las empresas y de las entidades del Estado responsables de promover la ciencia y la tecnología en el país. En este momento se está proponiendo una gran reforma del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, incluso se está impulsando la creación de un ministerio que coordine todas las acciones de investigación, desarrollo y generación de empresas de base tecnológica. En este marco se ha venido desarrollando la biotecnología en el país durante los últimos 25 años, consolidando una masa crítica de investigadores, grupos e instituciones de investigación y empresas que han abierto espacios para el

¿Cuál es el propósito de este artículo?

Compartir con los lectores las experiencias acumuladas por el Grupo de Bioprocesos y Bioprospección del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, en la búsqueda de caminos para consolidar la investigación y el desarrollo tecnológico, los cuales tienen como hilo conductor el conocimiento y el crecimiento como seres humanos. No basta formular las preguntas de investigación, desarrollar las estrategias para responderlas, buscar el resultado y difun-

dirlo, ello constituye sólo una parte de la investigación, la otra —quizás la más importante— es el análisis permanente de los procesos necesarios para consolidar los grupos disciplinarios e interdisciplinarios, mediante la autoevaluación que conduzca al mejoramiento continuo y a la innovación. Obtener resultados y difundirlos es un paso intermedio, la meta es el crecimiento como seres críticos, creativos y pensantes, es decir, la formación de investigadores integrales, éticos, comprometidos y con sensibilidad social. Ello no se puede reducir a la fría estadística de los resultados, es preciso comprender la singularidad de los investigadores y de los colectivos.

¿Cómo llegar del laboratorio al prototipo?

El desarrollo de productos generados por la investigación interdisciplinaria del grupo nos ha obligado a establecer criterios para la negociación gana-gana con las empresas, de los cuales los

mentación de los comités de trabajo universidad-empresa, acuerdos sobre patentes y explotación de los desarrollos, como elementos básicos para iniciar los diseños, construcción y puesta en marcha de los diferentes prototipos. Vale la pena aclarar que los marcos de negociación han sido muy versátiles, puesto que cada caso debe tratarse de manera diferente.

La experiencia del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (IBUN) como Instituto de Investigación y Centro de Desarrollo Tecnológico en proyectos universidad-

Los grupos de investigación comienzan a mostrar sus resultados con miras a consolidar el quehacer científico.

empresa, ha sido de dominio público o privado. Cuando el proyecto es de dominio público puede desarrollarse en una empresa, la financiación del mismo ha sido apoyada por entidades estatales y los resultados son de libre transferencia a cualquier entidad pública o privada. En este caso el Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) no patenta y no percibe regalías. Cuando el desarrollo es privado, la empresa es el soporte económico principal, comparte el desarrollo de los prototipos, de los usos del producto y las pruebas de campo. El CDT aporta conocimiento, infraestructura, gestión y parte del personal. Se comparten derechos de propiedad intelectual, hay patentes o secretos industriales y el CDT recibe regalías para reinvertir en investigación.

En esta etapa uno de los principales problemas para pasar del nivel de prototipo a la planta industrial (la formulación de productos o diseño de las plantas industriales), es la aspiración de las entidades estatales que procuran



Figura 1. Planta piloto para la producción del biopolímero.

propiedad intelectual. La pregunta sería: ¿Si la inversión definitiva la hacen el CDT y la empresa, qué sentido tiene crear la barrera para acceder a estos recursos, si se supone que fueron concebidos como mecanismo para estimular la innovación?

Mediante estas actividades de aprendizaje con las empresas se ha contribuido al desarrollo de la reglamentación de la universidad, en materia de propiedad intelectual y de relaciones con el sector productivo. Se han diseñado y construido tres plantas piloto para el escalamiento de diferentes productos.

Productos en proceso. Del laboratorio a la industria

- Biopolímero de origen microbiano patentado. Para llevar a cabo la producción del biopolímero de origen

microorganismos nativos que producen la enzima que cataliza la polimerización de unidades de glucosa y fructosa, provenientes del azúcar de caña. Se seleccionó el microorganismo que produjo la enzima con mayor actividad, se caracterizó la enzima y se secuenció el gen. Adicionalmente, se caracterizó el biopolímero como nueva molécula y se obtuvo la patente para el proceso y el producto (figura 1).

Esta línea de tecnología de enzimas del grupo es dirigida por la profesora Sonia Ospina en la parte básica, y el ingeniero Gustavo Buitrago es el responsable de la negociación con la empresa Procaps S.A. y del diseño, construcción conjunta y puesta en marcha de la planta piloto, o prototipo para la producción del biopolímero. Durante los últimos dos años la línea de investigación también trabaja con Procaps S.A. evaluando el biopolímero en diferentes aplicaciones de uso farmacéutico y cosmético. En el concurso Ventures 2000 para emprendedores, organizado por la revista *Dinero* e inversionistas de capital de riesgo, este desarrollo obtuvo el tercer puesto entre 1.750 proyectos, antes de conocer las aplicaciones del biopolímero.

campo, formulación y empaque. Los tres primeros productos que se encuentran registrados ante el ICA como Fosfosol, Dimargon y Dimazos contienen microorganismos promotores del crecimiento vegetal que incrementan el suministro y disponibilidad de nutrientes, mejorando el nivel de fertilidad del suelo. El cuarto producto, Trifosol, es un controlador biológico de origen microbiano.

Los productos se han probado en 20.000 Ha de arroz y algodón, dos renglones importantes de la economía agrícola del país. Se ha demostrado en los ensayos de eficiencia que el uso de estos productos sobre el cultivo de arroz reduce en un 35% las dosis de nitrógeno y fósforo provenientes de fuentes inorgánicas, con la consecuente disminución de costos, mejorando la rentabilidad del cultivo. Se espera, a corto plazo, diseñar y construir la planta industrial, con base en los parámetros definidos en la etapa.

Esta línea, dirigida por la ingeniera Nubia Moreno, quien diseñó y puso en marcha la planta piloto de biofertilizantes, cuenta con el apoyo de otros miembros del grupo como los profesores Hernando Valencia, Jimena Sánchez y Amanda Lozano del Departamento

El IBUN ha diseñado y construido tres plantas piloto para el escalamiento de diferentes productos.

- Cuatro nuevos insumos agrícolas con registro ICA. En asocio con Biocultivos S.A., se han desarrollado cuatro productos, los cuales tienen registro ICA, permiso de comercialización y se está evaluando la posibilidad de patentar los productos y procesos. La producción de los cuatro insumos agrícolas se desarrolla como piloto en 1.000 litros. Ello incluye la selección de microorganismos,

de Biología, y Dolly Montoya del IBUN (figura 2).

- Inserción en la cadena productiva de caucho. Durante el período 2002-2006, en convenio con la empresa Mavalle S.A. y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se ejecutaron proyectos de dominio público, con el fin de diseñar y poner en marcha la planta piloto para el beneficio del caucho tipo

laboratorio para análisis de látex y el diseño de protocolos de sangría. La línea de investigación es coordinada por Dolly Montoya, Fabio Aristizábal y Marina Caro; como coinvestigadores participan profesores de Agronomía y jóvenes investigadores de diferentes áreas del conocimiento.

La investigación busca garantizar la sanidad y las características del material vegetal que se sembrará en campo. Para ello se deben identificar, por métodos moleculares, los clones comerciales de caucho, el hongo causante del mal suramericano de la hoja *Microcyclus ulei* y la búsqueda en la planta de genes de resistencia como propósito fundamental. En la actualidad, la línea de investigación en caucho natural del IBUN, el Instituto SINCHI y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural tiene un eje temático de propagación *in vitro* del material vegetal y otro de caracterización molecular del hongo *Microcyclus ulei*, causante del mal suramericano de la hoja del árbol de caucho.

Productos potenciales para establecer convenio universidad-empresa.....

- Producción de biopolímeros tipo PHAS. La línea de investigación viene haciendo esfuerzos para optimizar la producción, caracterización y separación del biopolímero, que posee la característica de ser biocompatible y permite el crecimiento de las células de tejido sobre ellos. Se han obtenido avances en el desarrollo de cultivos por lote y lote alimentado con *Pseudomonas putida*. Los mejores resultados para películas poliméricas los brinda *Ralstonia eutropha*, con rendimientos del 50% con respecto a la biomasa obtenida. Aunque los costos de producción son todavía altos, pueden ser asimilados en una aplicación biomédica: por ello, se estableció

interdisciplinario de biomiméticos del IBUN, constituido por profesores de las facultades de Odontología y Medicina. También se desarrolló el diagnóstico con herramientas moleculares para seleccionar microorganismos productores de PHAS de cadena media y corta.

El trabajo en producción de poli-hidrixialcanoatos (PHAS) fue iniciado en 1997 por el profesor Armando Espinosa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional y liderado en el IBUN por la ingeniera Nubia Moreno. El proyecto fue ganador del segundo puesto del Consejo Profesional de Ingeniería Química de Colombia. A futuro se espera trasladar la tecnología desarrollada al sector productivo.

- Producción de 1,3-propanodiol a partir de glicerol subproducto de la producción de biodiesel. Se seleccionaron cepas nativas capaces de emplear el glicerol para producir 1,3-propanodiol. Las cepas fueron caracterizadas a nivel molecular y se están proponiendo como una nueva especie. Se está realizando un proyecto con financiación de Colciencias para mejorar la producción de 1,3-propanodiol a partir de las cepas nativas, determinar la organización de los genes que intervienen en la producción y realizar el estudio de factibilidad técnico-económico para obtener 1,3-propanodiol, a partir del glicerol subproducto del proceso de obtención de biodiesel. Se pretende dar valor agregado a este subproducto para hacer rentable la producción de biodiesel en el país. El proyecto de microorganismos solventogénicos dirigido por Dolly Montoya y Fabio Aristizábal cuenta con el apoyo de Jorge Molano, profesor de Ciencias Económicas.

Génesis del Grupo de Investigación de Bioprocesos y Bioprospección.....

El Grupo de Biotecnología de la Univer-



Figura 2. Planta piloto para la producción de



Figura 3. Planta piloto para producción de caucho tipo Crepé.

el propósito de promover y organizar la investigación y el desarrollo de la biotecnología en el país y crear el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (IBUN). Las primeras actividades fueron el seminario permanente “Los Jueves de Biotecnología” (vigente hasta hoy) y la realización, durante 1983, del diagnóstico de la biotecnología en Colombia.

En esta misma década, el Grupo de Biotecnología participó en los Programas Regionales de Biotecnología para América Latina y el Caribe, apoyados por la OEA y la ONUDI en el área de tecnología de enzimas, mediante el desarrollo

internacionales. Como consecuencia de estos programas se formaron investigadores y se adquirió infraestructura. Para el siguiente año, en el marco del Programa Segunda Expedición Botánica de Colciencias, se obtuvo el apoyo para las tres líneas de investigación; una de ellas, producción de materias primas por fermentación, dio origen a la estructuración del Grupo de Bioprocesos y Bioprospección a finales de la década de los noventa. Se recogieron los trabajos dispersos, se mantuvo el desarrollo de los proyectos y se inició una mejor comunicación entre la investigación básica y el desarrollo tecnológico.

¿Cuáles fueron los criterios para establecer el grupo?.....

El trabajo interdisciplinario está basado en el respeto a los demás investigadores y en el reconocimiento de la diferencia. Estos acuerdos de trabajo colectivo han permitido el crecimiento sinérgico del grupo manteniendo y respetando la individualidad. El cumplimiento de los acuerdos colectivos regula los espacios académicos de discusión con el propósito de formular los objetivos y profundizar en cada una de las disciplinas, lo cual permite la acción interdisciplinaria para

to en el área de bioprocesos, proporcionando una interacción fluida entre las disciplinas y el trabajo interdisciplinario.

En los seminarios permanentes por línea de investigación, participan todos los investigadores y los estudiantes. Los análisis teóricos de los resultados científicos van elaborando un tejido interdisciplinario y social que constituyen la base de la masa crítica de las escuelas del pensamiento científico. El seminario en cada línea de investigación se desarrolla de manera continua, con programación previamente definida. Durante el transcurso del seminario se presentan las propuestas y avances de investigación de trabajos de pre y postgrado desarrollados en los proyectos del grupo, se revisa y se pone al día la literatura científica, y se actualizan los conocimientos en las diferentes áreas. A partir de 2004 se estableció la metodología del Seminario Alemán.

- Calificación y consolidación del grupo de investigación. Durante períodos anteriores la mayoría de los investigadores del grupo se capacitaban a través de proyectos del IBUN en programas de postgrado nacionales o internacionales. Uno de los principales logros en la integración y desarrollo del trabajo del grupo lo constituye la especialización de sus integrantes y la cooperación con las ideas generadas por cada uno de sus miembros. La formación de estudiantes de pregrado, postgrado, jóvenes investigadores, pasantes y los auxiliares de laboratorio han estado anclados a la vida y al quehacer diario del grupo; cabe resaltar que sin su concurso no se podrían mostrar los logros que han acumulado durante su existencia. Para llevar a cabo la investigación se establecieron los laboratorios de tecnología de enzimas, fermentación, biología molecular de caucho, análisis instrumental, microbiología, y en el área de desarrollo tecnológico se han creado tres plantas piloto con empresas.

¿Cuáles son los propósitos comunes del Grupo de Bioprocesos y Bioprospección?

Busca generar conocimiento capacitando recurso humano de alto nivel en investigación, desarrollo tecnológico e innovación para proyectarse al sector productivo. El propósito fundamental es

molecular. De igual forma se optimizan las condiciones de producción en laboratorio y se define el escalamiento a nivel piloto mediante el diseño de prototipos, pruebas de campo y planes de negocios, actividades que son indispensables para el diseño y puesta en marcha de la planta industrial. Este esfuerzo involucra el fortalecimiento de una política clara de transferencia de tecnología, incluidas las

El grupo de biotecnología de la Universidad Nacional ha generado desde hace 23 años laboratorios en seis áreas de investigación.

explorar el potencial biotecnológico de la biodiversidad microbiana.

Para abordar este trabajo se han construido caminos de manera colectiva, que van desde la investigación básica hasta el diseño y construcción de prototipos. Para ello se definen las moléculas que se desea obtener, se seleccionan los mejores microorganismos productores y paralelamente se realiza su caracterización bioquímica, fisiológica y

definiciones de propiedad intelectual, negociación y apoyo a los organismos universitarios para fijar políticas en el área (figura 4).

¿Qué hacemos en común?

El grupo cuenta con una valiosa trayectoria en bioprospección orientada a la búsqueda de microorganismos

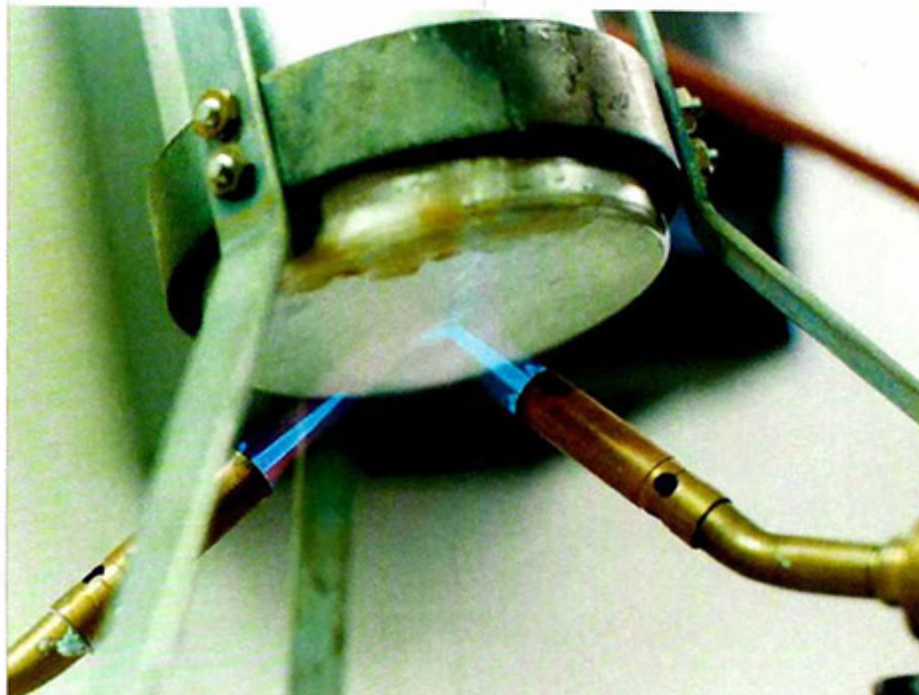
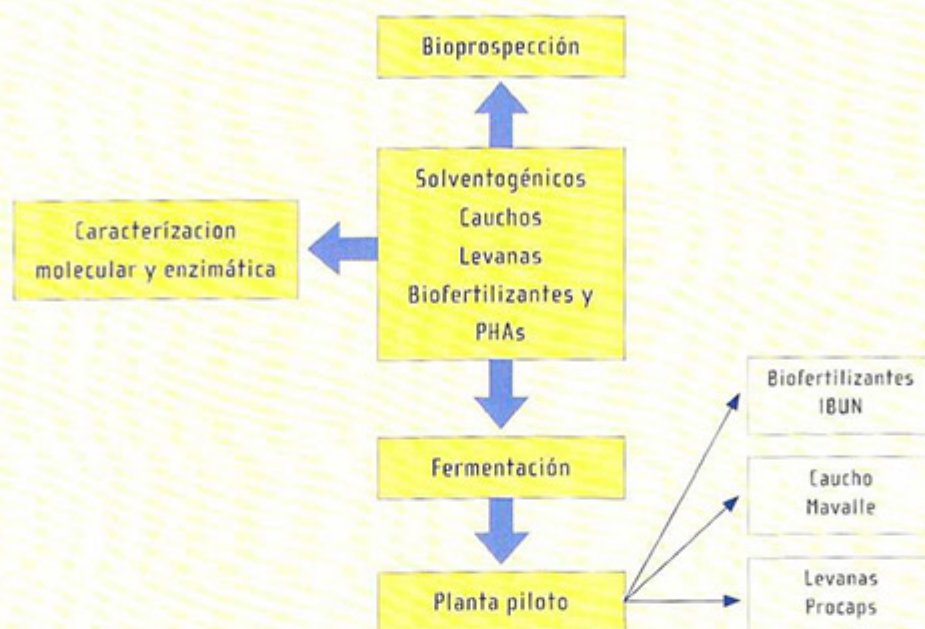


Figura 4. Metodología establecida para definir el prototipo o desarrollo a nivel piloto



Grupo de Bioprocesos y Bioprospección

anaeróbicos solventogénicos para la producción de solventes, de microorganismos útiles como biofertilizantes de origen microbiano, de microorganismos productores de biopolímeros o de

enzimas capaces de catalizar reacciones poliméricas.

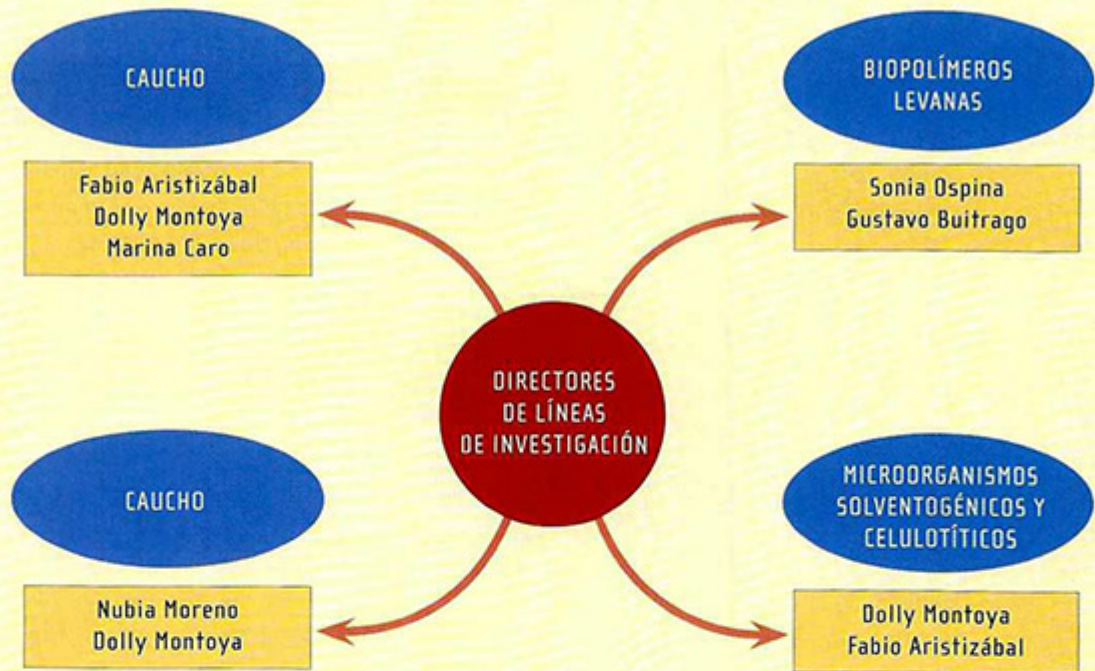
El manejo de diferentes sistemas de fermentación y el diseño y construcción de birreactores constituyen

avances biotecnológicos importantes para mejorar la productividad mediante una estrategia de fermentación eficiente, que contempla, además, un sustrato económico y una cepa nativa con las condiciones de crecimiento ideales para una alta acumulación de los metabolitos buscados. El interés inicial es usar cepas silvestres y cuando se hace necesario, se establece un plan de mejoramiento genético. Para ello, el grupo también ha desarrollado destrezas en el aislamiento de microorganismos modificados genéticamente. La interacción entre los miembros de las diferentes disciplinas, profesiones y laboratorios, ha permitido el trabajo interdisciplinario y coordinado en la gestión del conocimiento (figura 5).

Durante la existencia del grupo, se ha mantenido la cooperación entre pares nacionales e internacionales. En los últimos años el grupo ha trabajado en convenio con la Universidad Técnica de Munich para desarrollar todas las metodologías de bioprospección en la



Figura 5. Líneas y directores de investigación del Grupo de Bioprocesos y Bioprospección



de microorganismos solventogénicos, la determinación de su capacidad para degradar polímeros de celulosa buscando el uso de residuos agroindustriales para la producción de solventes. El grupo dispone ahora de una metodología para hacer bioprospección y se están aislando nuevos microorganismos con capacidad para degradar celulosa. Los trabajos del Laboratorio de Microbiología son un apoyo fundamental en la parte básica para el grupo de investigación de bioprocesos y bioprospección. Se cuenta también con publicaciones internacionales, nacionales y registro de secuencias en la NCBI del gen 16S rARN de cepas nativas de *Clostridium spp.* y de otros genes.

En cuanto a la organización del grupo, se cuenta con un coordinador general y con coordinadores de las líneas de investigación que a su vez son directores de los proyectos. Un director de una línea puede ser también co-investigador en otra línea, de acuerdo

organización horizontal eficiente para la búsqueda de los objetivos propuestos.

El trabajo colectivo como premisa para el ascenso a la sociedad del conocimiento.....

Desde los albores del grupo, consolidar una masa crítica de investigadores fue el propósito para explorar el potencial biotecnológico de la biodiversidad microbiana. El proceso de fortalecimiento del grupo ha sido sólido y continuo y ha creado una escuela de gestión de proyectos en las diferentes líneas del grupo proyectadas a largo plazo, para avanzar y profundizar en investigación y desarrollo tecnológico. Por lo tanto, el conocimiento se constituye en el motor del proceso, para aportar soluciones al más alto nivel de nuestros complejos problemas nacionales. La autoevaluación individual y colectiva constituye el marco para el crecimiento como investi-

servicios se han orientado fundamentalmente a formar y actualizar investigadores, no a realizar servicios técnicos de rutina.

La creatividad, disciplina y solidaridad ente los investigadores permite alcanzar la generación y adaptación al conocimiento científico, tecnológico y humanístico a la velocidad que impone la modernidad; se espera que repercuta en el planteamiento de nuevos paradigmas científicos y en la gestación de nuevas generaciones. Sin esta dinámica es difícil iniciar nuevas escuelas de pensamiento que se reflejen en el quehacer de la cátedra y en la generación de programas y nuevos proyectos que permitan mantener la comunicación fluida con la comunidad nacional e internacional. La conformación del capital social, al igual que la confluencia de redes de investigadores, empresas, sociedad civil y el Estado, constituye una tarea ineludible en el ascenso real a la sociedad del conocimiento.

tecnología

Cambio tecnológico para la competitividad de las pymes

Claudia E. Obando Rodríguez

Coordinadora de proyectos

Centro Internacional de Física (CIF)

claudiaelizabetho@gmail.com

Varias veces, en el quehacer del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT), empresario o gestor de política pública y parte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, surgen inquietudes acerca de cómo potenciar la competitividad de las pymes mediante el desarrollo tecnológico y la innovación y cómo incorporar temas científicos al ejercicio de una pyme.

Estas preguntas han sido tema de múltiples reuniones, comités, agendas de competitividad y planes de desarrollo. Pero, ¿cuál ha sido realmente la estrategia para avanzar en la solución de estos interrogantes? Probablemente éste no sea un tema acabado y, por el contrario, requiera de años de madurez para entender la complejidad del entramado empresarial en las pymes y su interacción con el cambio tecnológico y la innovación.

En un país como Colombia, donde cerca del 90% de las empresas corresponden a mipymes que constituyen una importante fuente de empleo, con el 63% del total nacional, generan un 45% de la producción manufacturera y el 37% del valor agregado (Cámara de Comercio de Bogotá, 2004), vale la pena analizar más de cerca las condiciones que determinan el cambio tecnológico y el crecimiento de la competitividad en estas organizaciones.

Desde el punto de vista económico, se encuentran varios factores. Primero de tipo macroeconómico, como la disponibilidad de recursos financieros para inversión en Investigación y Desarrollo (I+D), cambio tecnológico e innovación. El acceso al crédito, los niveles de rentabilidad en las pymes y la capacidad de ahorro para inversión permanente. Todos estos elementos condicionan directamente la capacidad económica para realizar cambio tecnológico permanente. Las características de subsistencia e informalidad en gran parte de las pymes hacen que los recursos generados como utilidad al finalizar el ejercicio escasa-

Segundo, de tipo microeconómico, como la productividad y el uso eficiente de los factores. En Bogotá, el crecimiento de la productividad laboral en la industria, en términos reales, durante el período 1995-2001 alcanzó el 6,6%. El capital, por su parte, contribuyó durante 1990-2000 en un 3,4% al incremento del valor agregado en el sector industrial (Secretaría de Hacienda Distrital, 2003).

Incremento en la productividad que se basan en la optimización de la mano de obra y la reducción de salarios hacen imposible en el mediano plazo el buen comportamiento de este indicador. Los países del este asiático lograron sorprendentes tasas de crecimiento de la productividad al incorporar mayor tecnología y recalificar la mano de obra.

En el ámbito político es posible destacar la carencia de una política clara, de mediano y largo plazo dirigida a las mipymes. Aunque vale la pena resaltar los esfuerzos de instituciones como la Alcaldía Distrital para proporcionar recursos financieros destinados al mejoramiento productivo a tasas favorables, el impacto de dichos programas apenas alcanza el 10% del total de empresas que demandan recursos.

El boom de las consultorías, cuya caja de herramientas para aprender a gestionar las empresas había sido

A pesar de que hoy existen alrededor de 20.000 empresas certificadas con ISO 9000, las pymes continúan presentando la misma sintomatología: escasas actividades de I+D, innovación en productos y procesos, problemas de calidad, precio y diferenciación frente a competidores nacionales y extranjeros.

Respecto a las prácticas culturales, que reflejan la orientación de la industria, su visión y dinamismo, es posible afirmar que, a pesar de la presión del TLC, pocas han logrado establecer alianzas con centros de desarrollo tecnológico o de investigación para fortalecer sus capacidades competitivas. Su visión permanece en solucionar los problemas diarios, más que en consolidar una estrategia económica (productiva, financiera, comercial) y tecnológica que le permita ampliar el mercado y mejorar los índices de rentabilidad.

Pero, ¿por qué no existe suficiente interés en el cambio técnico por parte de las empresas? Esta pregunta toma más fuerza si se profundiza en el proceso productivo de las pymes. Quizás largos años de trabajo y sostenimiento en el mercado bajo los mismos esquemas productivos han garantizado un cierto margen de rentabilidad, que ha permitido la consolidación de la empresa. ¿Es válido, entonces, el término *consolida-*

A pesar de la presión del TLC, pocas empresas han logrado establecer alianzas con centros de desarrollo tecnológico o de investigación para fortalecer capacidades competitivas.

probada con éxito en otros países y organizaciones, se dio en su totalidad en gran parte de las instituciones políticas del país, las cuales consideraron que su aplicación era la salida a la problemá-

ción o es esta apenas la sobrevivencia de este tipo de organizaciones como parte de la cultura empresarial?

Una de las iniciativas con mayor acogida en el ámbito político y aca-

dar solución a la problemática aquí señalada, ha sido liderada por el Centro Internacional de Física (CIF), a través de dos proyectos de innovación y desarrollo tecnológico. El primero, financiado por Colciencias y concebido como piloto, tiene por objetivo conformar un portafolio de proyectos de mejoramiento productivo, cambio tecnológico e innovación para quince mipymes en Bogotá. Durante la conformación del grupo piloto se evidenciaron las problemáticas arriba descritas. Principalmente, la renuencia de las empresas a participar

problemáticas técnicas y la evaluación de la oferta disponible en el mercado para satisfacer dicha necesidad. Las condiciones financieras y productivas hacen que la empresa desista de la implementación de este tipo de equipos y tecnologías por varias razones. Primero, la demanda por los bienes producidos no cuenta con el tamaño y estabilidad suficientes. Segundo, el monto de la inversión inicial requiere de un flujo de caja sólido que soporte la amortización de dicha adquisición. Existe un gran número de empresas que han debi-

o grandes. En estos casos, han tenido que mejorar por sus propios medios la calidad y el precio, para mantenerse vigentes en el mercado.

Una vez identificada la problemática se pueden inferir varias conclusiones. En general, las mipymes muestran medianos niveles de complejidad técnica, aunque se identifica mayor demanda por servicios y desarrollo tecnológico en las empresas medianas y algunas pequeñas con alto potencial económico.

Más que la modificación total del proceso productivo y la supresión de las rutinas y prácticas establecidas, se trata de intervenciones enfocadas hacia el incremento de la productividad y al uso eficiente de los factores. El conocimiento tácito formal e informal allí presente es de gran valor, por tanto, es fundamental su integración a la solución propuesta, es allí donde se define el éxito de la intervención.

En el caso de las micro y pequeñas empresas se solicitan intervenciones para el mejoramiento de los procesos productivos más que el desarrollo de nuevos productos. Además, se percibe un fenómeno de diversificación más que especialización, lo que obliga, en principio, a fortalecer el nivel de productividad para permanecer en el mercado antes que iniciar procesos de especialización.

En todos los casos, el grado de especialización de la empresa se asocia a su madurez. Así, la totalidad de las microempresas cuenta con un número significativo de productos con bajos niveles de rentabilidad y poca penetración en el mercado. Pymes con mayor experiencia y conocimiento del mercado objetivo logran identificar segmentos, orientar y diferenciar en algún grado sus productos.

Sin embargo, el análisis técnico no se puede separar del económico ni legal. Es por eso que la experiencia aquí obtenida deja ver la necesidad de integrar iniciativas políticas encaminadas

En el caso de las micro y pequeñas empresas se solicitan intervenciones para mejorar los procesos productivos más que el desarrollo de nuevos productos.

en este tipo de proyectos. De un total de doscientas mipymes convocadas, sólo el 11% respondió a la invitación.

Posterior a este primer acercamiento, se presentaron de manera conjunta las características de la cultura empresarial: desconocimiento total de la existencia y razón de ser de los cot, así como de los mecanismos de financiación para actividades de I+D; bajos niveles de confianza e integración con proveedores y clientes, pero abundante iniciativa para realizar sus actividades productivas mediante sus propios medios.

Al avanzar en el conocimiento de las empresas se descubren potenciales y deficiencias en las diferentes áreas de la organización. En el proceso productivo se observan escasos niveles de tecnificación, con uso extensivo de mano de obra. Las principales razones son las barreras para la inversión en capital y la oferta de tecnología poco apropiada a las necesidades de la empresa.

Esta última ha sido reconoci-

do cerrar sus puertas por decisiones equivocadas a la hora de implementar tecnología a los procesos productivos.

Vale la pena resaltar la genialidad e iniciativa para superar las deficiencias técnicas. Un ejemplo de ello es el uso de materiales diversos para la creación de moldes sin ayuda de herramientas de software o el diseño de dispositivos para la dosificación equivalentes a dosificadores volumétricos o celdas de carga de equipos más avanzados. Tal vez sea éste uno de los principales factores que garantizan la supervivencia de la empresa.

En la relación con proveedores son pocos los que han construido vínculos estables. En general, pocos cuentan con estándares de calidad o patrones de selección definidos. El factor determinante de su relación es el precio y el cumplimiento en las entregas más que el apoyo en el desarrollo de productos o la innovación de insumos para optimizar la calidad y cualidades del producto final.

La mayor parte de las mipymes son

de gestión, la gerencia y las prácticas comerciales, para la correcta inserción en el mercado.

De otra parte, las intervenciones hasta ahora realizadas en las mipymes del piloto han mostrado resultados interesantes. Los efectos de intervenciones moderadas, que potencian la capacidad productiva y resuelven deficiencias en la calidad del producto y/o el uso eficiente de materia prima, han contribuido a la ampliación de las ventas, la utilidad y la generación de empleo.

Como ejemplos, es preciso citar a Industrias Biggest y Extruperfiles y Plásticos. Estas pymes de los sectores químicos y plásticos han conseguido aumentar sus ventas en un 100% y 50% respectivamente, lo cual indica que han absorbido de manera exitosa el cambio tecnológico realizado y han conseguido aprovechar la demanda existente.

Los resultados obtenidos en este proyecto han motivado la financiación de un nuevo piloto por parte del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD), para un grupo de diecisiete mipymes manufactureras. El grupo, concebido inicialmente con microempresas, debió ser ajustado debido a nuevos elementos no considerados inicialmente.

Dentro de los factores determinantes se encuentra la estabilidad de la organización, en términos legales,

económicos y productivos, ya que empresas con alto grado de informalidad o intermitencia en la actividad productiva requieren intervenciones previas en las áreas de gestión, comercial y legal.

De lo contrario, las mejoras técnicas y procesos de modernización no se aprovechan correctamente. El impacto del desarrollo tecnológico y la innovación se hacen cuantificables cuando logran convertirse en productos realizados en el mercado. De otro modo, serán solamente capacidad instalada sin mayor utilidad que, en el corto y mediano plazo, afectarán al flujo de caja.

En síntesis, el país y, más específicamente, el distrito ha avanzado en la identificación de las brechas tecnológicas de las mipymes. La metodología para el reconocimiento de dichas problemáticas ha sido construida mediante la interacción y el trabajo de campo en las empresas.

No existen fórmulas estandarizadas para la aproximación y la solución de los problemas tecnológicos de las mipymes. Por el contrario, se requiere una visión amplia, multidisciplinaria, que pondere cada uno de los factores que intervienen en el funcionamiento de la organización. La consolidación de capacidades tecnológicas y competitivas en las empresas depende en gran medida de la construcción de una nueva cultura

del cambio tecnológico. Casos exitosos de innovación y desarrollo tecnológico contribuyen a generar confianza y a la integración con instituciones de ciencia y tecnología. Valorar el conocimiento que existe en dichas organizaciones es el primer paso hacia la integración. Potenciar las capacidades competitivas de las empresas, fomentar la innovación y la generación de valor agregado, a través del conocimiento, son los objetivos de los CDT como el CIF.

Bibliografía

Corporación Andina de Fomento (CAF) (2005), *Políticas sectoriales en la región andina. Lecciones y propuestas*, Caracas, CAF.

——— (2004), *Competitividad: Hacia una agenda para América Latina*, Venezuela, CAF.

Montenegro, S. y Steiner, R. (2002), *Propuestas para una Colombia competitiva*, Venezuela, Corporación Andina de Fomento (CAF), Cede/Uniandes, Harvard, Alfaomega.

Secretaría de Hacienda Distrital (SHD) (2003), *El comportamiento de la productividad en la economía bogotana, Cuadernos de la Ciudad Serie de Productividad y Competitividad, N°1*, Bogotá.

——— (2003), *Cambio tecnológico, productividad y crecimiento de la industria en Bogotá, Cuadernos de la Ciudad Serie de Productividad y Competitividad, N° 2*, Bogotá.

Cámara de Comercio de Bogotá (2005), *El comportamiento empresarial de Bogotá 2004*, en *Observatorio Económico de Bogotá*, N° 18, septiembre, Bogotá.

——— (2005), *Situación competitiva de Bogotá en el 2005*, en *Observatorio Económico de Bogotá*, N° 4, septiembre, Bogotá.

——— (2005), *Balance de la economía bogotana 2003-2004 y primer*



nuevos materiales

Nuevos materiales en forma de recubrimientos para mejorar la productividad del sector industrial

Gilberto Bejarano Gaitán
[investigador principal]

Ph. D. en ingeniería,

gbejarano@sena.edu.co

Aura Elvira Narváez A, Julio C. Caicedo,

CDT, ASTIN, Sena, Regional Valle, Cali, Colombia

Con el fin de desarrollar nuevos materiales en forma de recubrimiento para mejorar la eficiencia de las herramientas utilizadas en los procesos de manufactura, el Centro de Desarrollo Tecnológico ASTIN del Sena, Regional Valle, bajo la dirección del ingeniero Gilberto Bejarano, asimiló y adaptó la tecnología de la pulverización catódica (fabricación de recubrimientos con apoyo de un plasma, ver figura 1) e implementó una moderna planta piloto de recubrimientos duros, única en el país y segunda en Suramérica.

Con los desarrollos que se efectúan en esta planta de tecnología de punta se incrementa la productividad y la competitividad del sector industrial metalmeccánico y del plástico y se mejora el nivel de la formación profesional integral que imparte el Sena.

Durante 48 meses los profesionales vallecaucanos realizaron ensayos en el laboratorio piloto del ASTIN y desarrollaron el proyecto "Recubrimientos duros de las herramientas de producción en serie mediante la utilización de la pulverización catódica", financiado por el Sena y cinco empresas del Valle del Cauca.

Entre los recubrimientos desarrollados en forma de multicapas se encuentran las multicapas de titanio-nitruro de titanio (Ti/TiN), nitruro de titanio-nitruro de circonio (TiN/ZrN), nitruro de titanio-nitruro de titanio aluminio (TiN/TiAlN) y de carburo de boro-nitruro de boro cúbico (B₄C/BCN/c-BN). La figura 2 ilustra uno de estos sistemas de multicapas.

Los recubrimientos duros son materiales donde se combinan el nitrógeno y/o el carbono con otros elementos como el titanio, el circonio, el aluminio y el tungsteno, entre otros, para formar nitruros y carburos de los mismos. Estos materiales poseen durezas que van desde los 2.000 hasta los 4.000 vickers, comparados con los 800 vickers del acero templado, y tienen un coeficiente de fricción 50 veces menor que el acero. Ambos aspectos, entre otros, aumentan sustancialmente la resistencia al desgaste de este tipo de materiales. Los recubrimientos fueron depositados a través de la pulverización catódica reactiva, a partir de blancos (material de aporte) de titanio, circonio, aluminio y nitruro de boro, respectivamente, de 10 cm de diámetro y de 99,9% de pureza en una atmósfera de argón/nitrógeno, temperatura del sustrato de 300° C y presión de trabajo de 7×10^{-3} mbar. Como sustratos se utilizaron probetas de silicio con orientación (100) y de acero rápido AISI M2. Para depositar las multicapas se abrían y cerraban los *shutters* de acero (pantallas) periódicamente, permitiendo la pulverización alternada del titanio y del aluminio, respectivamente.

En todos los recubrimientos se investigó el comportamiento de las propiedades mecánicas en función del número de multicapas. Para tales efectos se determinó la composición química de los recubrimientos mediante espectroscopia de energía dispersiva de rayos X (EDX), la estructura cristalina por difracción de

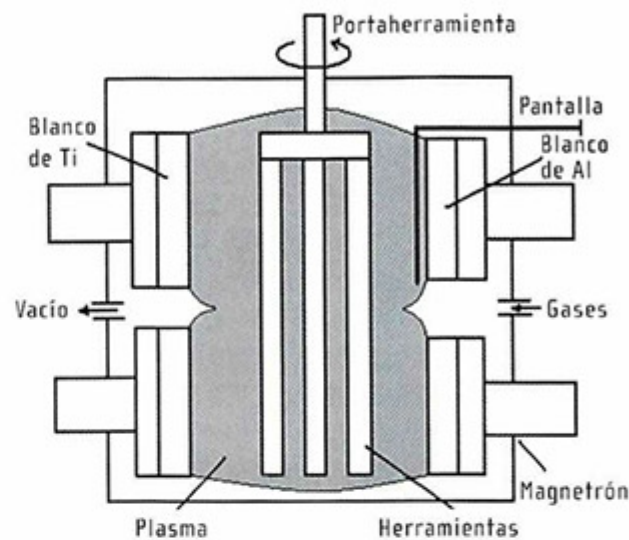


Figura 1. Esquema de la cámara de Magnetron Sputtering utilizada para la deposición de los recubrimientos, en este caso para las multicapas de TiN/TiAlN.

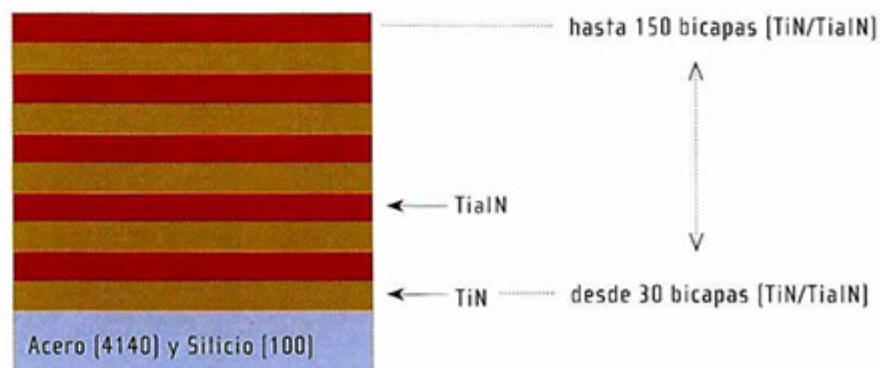


Figura 2. Esquema de un sistema multicapa de TiN/TiAlN de 3 micras de espesor depositado sobre probetas de silicio y acero AISI 4140.

morfología a través de microscopia electrónica de barrido (SEM por su sigla en inglés). La dureza y la adherencia fueron determinadas por la técnica de la microindentación y de rayado, respectivamente.

Luego se efectuaron pruebas de mecanizado en el taller de matricería del ASTIN lográndose un incremento en la vida útil de las herramientas recubiertas de entre un 60% y un 120%, comparada con aquellas sin recubrir. Finalmente, las pruebas de campo en el sector industrial permitieron validar los logros alcanzados en la fase experimental.

Recubrimientos duros

Muchos materiales compuestos en forma de recubrimientos han sido desarrollados mediante la técnica de la deposición física en fase vapor (PVD por su sigla en inglés) para mejorar la resistencia al desgaste y a la corrosión de herramientas y partes de máquinas y equipos. En este sentido el nitruro de titanio (TiN), depositado como monocapa, mantuvo una posición dominante en el campo de los recubrimientos duros para mejorar la resistencia al desgaste de herramientas de corte en mecanizado de alta velocidad.

Sin embargo, este material binario mantiene una limitada resistencia a la oxidación a temperaturas por encima de 600° C debido a la formación del TiO₂ (dióxido de titanio), que posee una diferencia volumétrica con respecto al nitruro de titanio (TiN), conduciendo a la delaminación del recubrimiento (Stefan, 1995; Ikeda y otros, 1998; Carvahlo y otros, 2003).

Una alternativa para mantener las propiedades antidesgaste hasta una temperatura de 950° C es el llamado nitruro de titanio aluminio (TiAlN), pues la incorporación de átomos de aluminio dentro de

la estructura cristalina del nitruro de titanio no sólo incrementa la resistencia a la oxidación por medio de la formación de una estable y compacta capa de óxido de aluminio (Al₂O₃) en la superficie, sino que también contribuye a un significativo incremento en la dureza, en comparación con el nitruro binario simple de TiN, a medida que se incrementa el contenido de aluminio en el recubrimiento hasta aproximada-

mente un 60% (Woo y otros, 2000; Braic y otros, 2004; Liu y otros, 2004).

Los recubrimientos de TiAlN se han usado con éxito en mecanizado de metales de alta velocidad, ya que este material conjuga propiedades como alta dureza, buena adhesión y alta resistencia al desgaste y a la oxidación. No obstante es posible realzar algunas de sus propiedades, particularmente la adhesión, cohesión y resistencia a la fatiga introduciendo una o varias capas metálicas submicrométricas ($\leq 10^{-6}$ m) (Castanho y Vieira, 2002; Cselle y otros, 2003).

Multipapas nanométricas ($\leq 10^{-9}$ nm) de TiN y de ZrN así como de nitruro de boro (BN) han sido estudiadas ampliamente por varios investigadores con miras a encontrar aplicación de estos materiales en herramientas de corte por su gran dureza, resistencia al desgaste y conservación de sus propiedades a elevadas temperaturas (Bejarano y otros, 2004; Dück y otros, 2001; Braic y otros, 2003; Caicedo y otros, 2005).

La razón para mejorar las propiedades mecánicas radica en la naturaleza de las estructuras tipo multicapa, donde la utilización de las multipapas nanométricas conducen a un menor tamaño de grano, a un incremento de la densidad del recubrimiento y a un bloqueo del desplazamiento de las dislocaciones y de posibles micro y/o nanogrietas causadas por la gran cantidad de interfases entre las multipapas (Yang y otros, 2002; Bewilogua y otros, 2004; Bejarano y otros, 2006).

El principal objetivo de este trabajo consistió en investigar la influencia del número de multipapas sobre el incremento de las propiedades mecánicas de los recubrimientos en cuestión, manteniendo el espesor total de los recubrimientos entre 4 y 5 micras y estudiar el comportamiento de estos sistemas

Los recubrimientos duros con nuevos materiales mejoran la resistencia al desgaste y a la corrosión de herramientas.

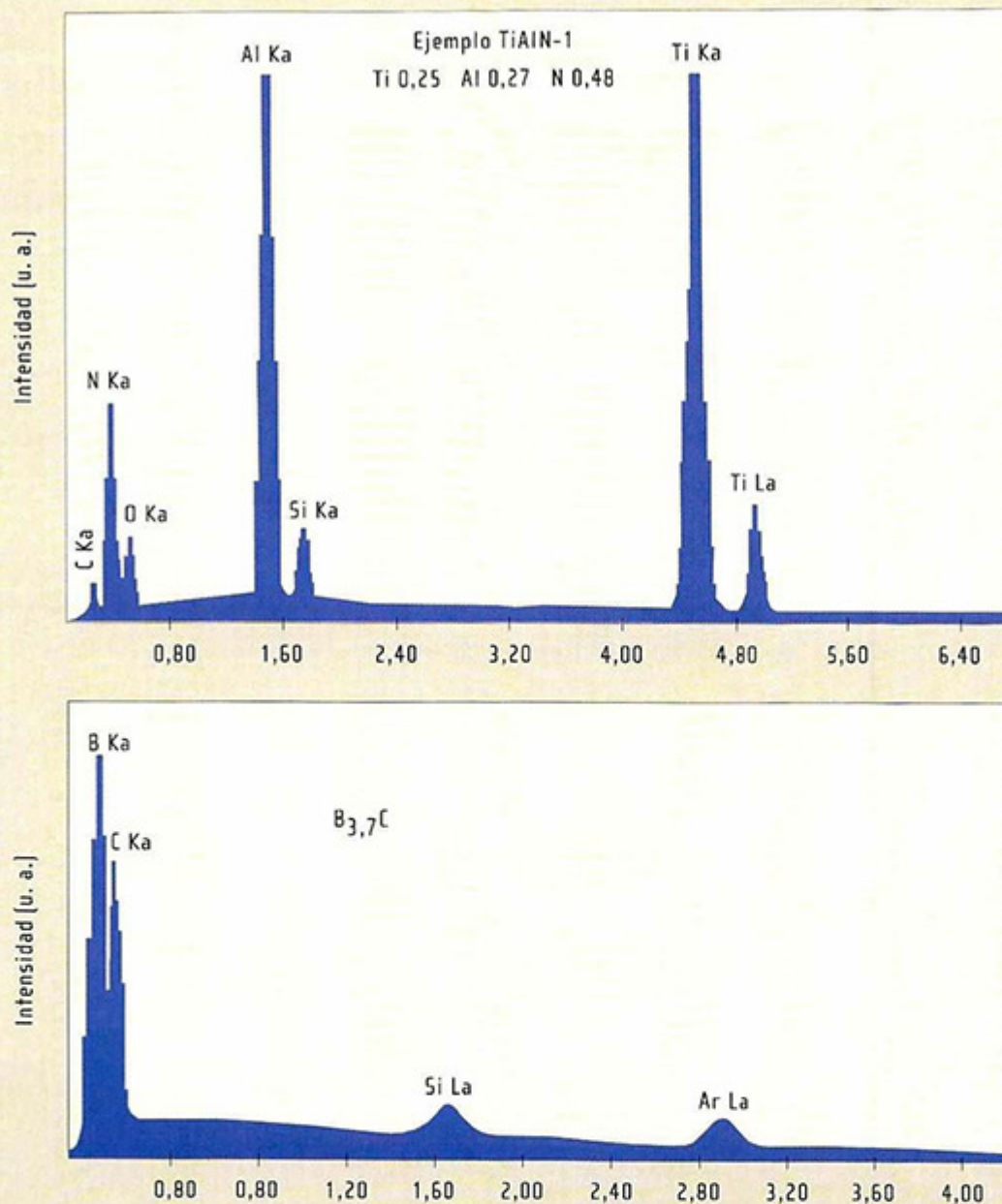


Figura 3. Espectros EDX (por sus siglas en inglés) de dos muestras seleccionadas para la determinación de la composición química de los recubrimientos de a) TiAlN y b) B₄C.

Los parámetros de deposición de los recubrimientos individuales, así como los detalles sobre la cámara de deposición utilizada pueden ser consultados en Bejarano y otros (2004), Caicedo y otros (2005) y Bejarano y otros (2006).

Depósito de multicapas de recubrimiento

Todos los recubrimientos se depositaron mediante la técnica de la pulverización catódica multiblancos reactiva (reactive multitarget magnetron sputtering) en la planta piloto del centro ASTIN. Para ello se utilizaron blancos de Ti, Zr, Al, B₄C y BN (dependiendo del tipo de recubrimiento a depositar). Para depositar las multicapas se aisló uno de los blancos de manera periódica mediante la acción de una pantalla (*shutter*) de acero. Los sustratos empleados de silicio (100) y acero rápido AISI M2 se sometieron

blancos se efectuó dentro de la cámara mediante bombardeo con iones de argón durante 20 minutos, a presión de 2×10^{-3} mbar.

Las películas depositadas de los diferentes tipos de recubrimientos fueron caracterizadas por las técnicas de difracción de rayos x (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de energía dispersiva de rayos x (EDX), microindentación o nanoindentación y pruebas de rayado.

Con los sistemas multicapas que presentaron el mejor comportamiento mecánico se recubrieron diferentes herramientas y se efectuaron pruebas de torno y taladrado, tanto en el taller de matricería del Centro ASTIN, como en diferentes empresas metalmecánicas de la región, validando así los resultados obtenidos en la fase experimental.

Comportamiento de la dureza y la adherencia de los recubrimientos

Con el fin de determinar la composición química de los recubrimientos de TiN, ZrN, TiAlN, B₄C y BCN se llevaron a cabo análisis de espectroscopia de energía dispersiva de rayos x (EDX) utilizando un microscopio electrónico de barrido (Philips XL 30 FEG) de alta resolución, equipado con un sistema EDAX-EDX. La figura 3 muestra los espectros de dos probetas seleccionadas.

Los resultados de las mediciones EDX de las muestras seleccionadas que se observan en la figura 3 reflejan una composición química bastante estequiométrica.

La estructura cristalina y las fases existentes en los recubrimientos multicapa de TiN, ZrN y de TiAlN se determinaron por difracción de rayos x (XRD por sus siglas en inglés) empleando un difractómetro (Siemens D5000) de geometría estándar $\theta/2\theta$, con radiación Cu K α ($\lambda = 1.5405 \text{ \AA}$), con un paso de

$0,02^\circ$, voltaje de aceleración de 40 kV y una corriente de 50 mA.

Los patrones de difracción se analizaron utilizando el software convencional Rietvel Fullprof. Las figuras 4a y 4b muestran el difractograma XRD de una de las muestras de ZrN y de TiN/TiAlN con una bicapa depositada sobre sustratos de si-

Para investigar la estructura y la homogeneidad de los recubrimientos se realizó un análisis con SEM.

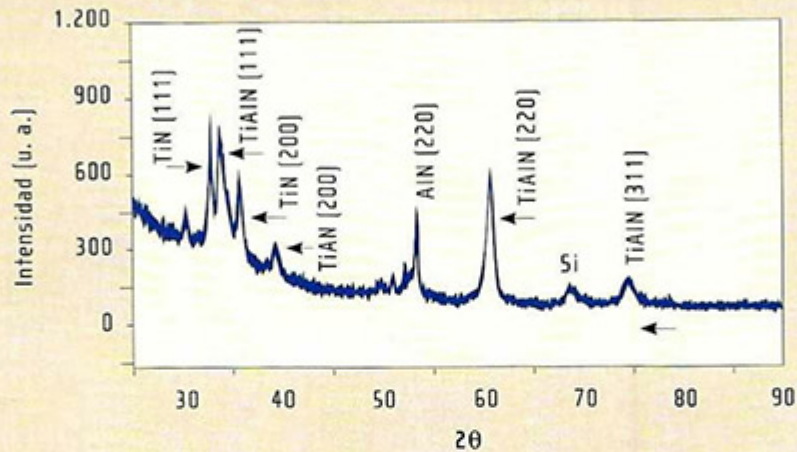
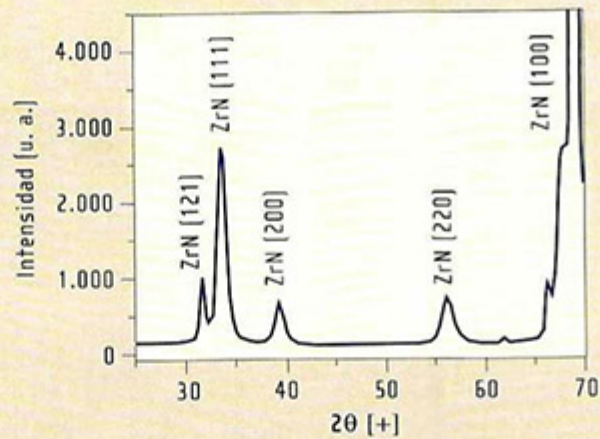
licio. En los difractogramas se observan los picos del ZrN con la orientación preferencial (111). Asimismo el TiN presenta orientación preferencial (111) y (200), mientras que el TiAlN posee orientaciones preferenciales (111) y (220). En el espectro del TiAlN se evidencia la formación de la fase AlN a un ángulo 2θ de aproximadamente 56° , la cual desempeña un papel importante en el endurecimiento del recubrimiento (Liu y otros, 2004; Cselle y otros, 2003).

La dureza de todos los recubrimientos fue medida utilizando un microindentador (LECO M-400-G2) con una punta de diamante piramidal de base cuadrada y un ángulo de apertura de 136° y aplicando una carga de 200 mN.

Las figuras 5 y 6 muestran el comportamiento de la dureza y de la adherencia del sistema multicapa Zr/ZrN y del TiN/TiAlN en función del número de bicapas depositadas. Se puede apreciar que tanto la dureza como la adherencia se incrementan entre 16,5 GPa y 30 N para una monocapa de ZrN a 29,2 GPa y 60 N para un recubrimiento con 12 bicapas, lo que representa un incremento de un 77% y 102% respectivamente. De igual manera la dureza del sistema TiN/TiAlN pasa de 24,4 GPa a 33,1 GPa y la adherencia de 38,2 N a 64,5 N, tendiendo a la saturación por encima de 24 bicapas.

Con el fin de investigar la estructura y la homogeneidad de los recubrimientos se efectuaron análisis con microscopía electrónica de barrido (SEM). En la figura 7 se observan las imágenes de sección transversal del Zr/ZrN, Ti/TiN, TiN/TiAlN y B₄C/BCN/c-BN con diferentes números de bicapas. Para los tres primeros casos se aprecia con claridad una estructura cristalina de los recubrimientos con crecimiento de tipo columnar, típica de este tipo de materiales. Las interfases se encuentran bien definidas

Figura 4. Espectros XRD a) del ZrN y b) del TiN/TiAlN con una bicapa.



En el caso de las multicapas de carburo de boro-carbonitruro de boro nitruro de boro cúbico, se observa una estructura amorfa, densa y homogénea, mientras que la primera capa adherente de TiN, de aproximadamente 300 nm de espesor, es cristalina.

Después de caracterizar las propiedades físico-mecánicas y microestructurales de los recubrimientos se efectuaron algunas pruebas de mecanizado, consistentes en las operaciones de torno y

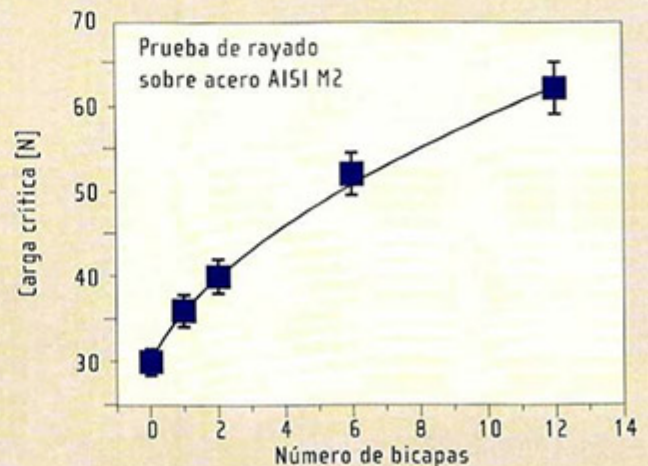
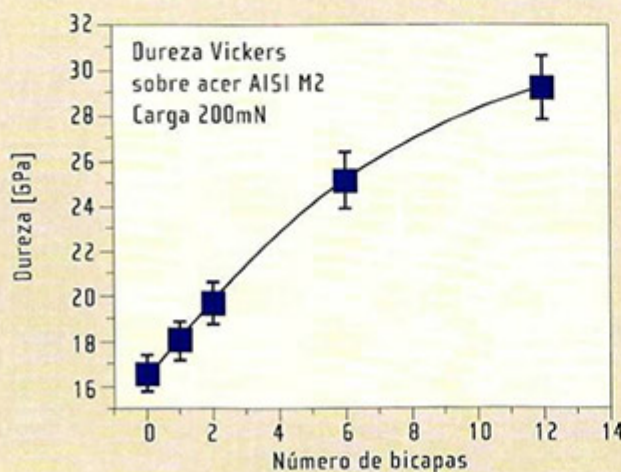


Figura 5. a) dureza vickers y b) carga crítica en función del número de bicapas para un recubrimiento de Zr/ZrN depositado sobre un sustrato de acero rápido AISI M2.

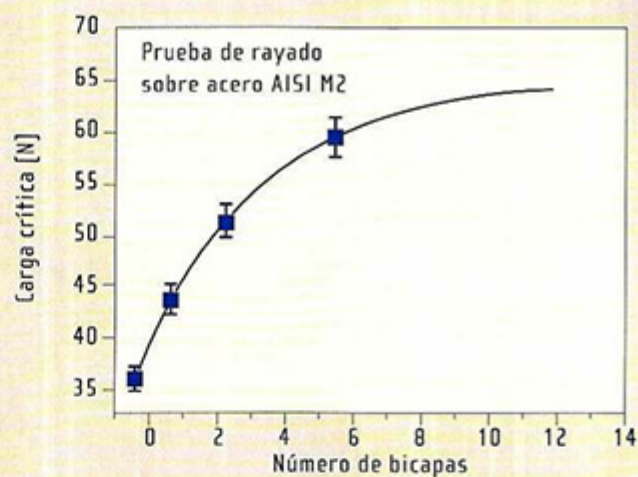
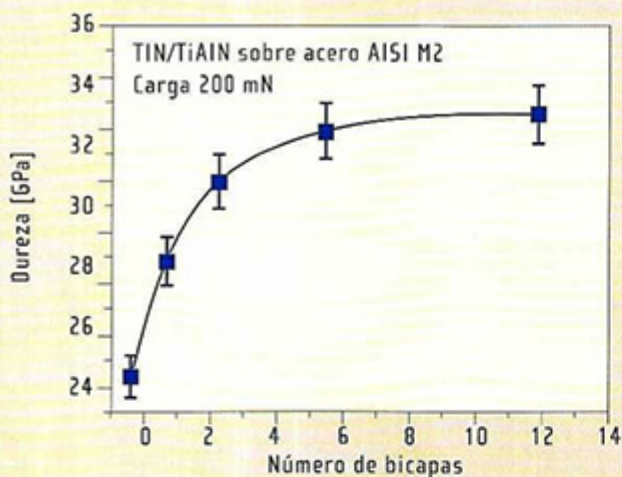


Figura 6. a) dureza Vickers y b) carga crítica en función del número de bicapas para un recubrimiento de TiN/TiAlN depositado sobre un sustrato de acero rápido AISI M2.

taladrado. En la figura 8 se observa el resultado de las pruebas de torno de una barra de acero AISI 8620 realizadas con buriles en acero rápido AISI M2 recubiertos con multicapas de TiN/TiAlN (figura 8a). Aquí se observa un incremento de la longitud de corte de 619,4 m a 1.573,3 m del buril recubierto con 16

bicapas con respecto al buril sin recubrir, lo cual corresponde a un incremento de la vida útil de 154%.

En el caso del ensayo de taladrado de una placa en acero AISI P20 utilizando brocas en acero rápido AISI M2 se logró un aumento en el número de agujeros taladrados de 13 a 40 agujeros para las brocas recubiertas con 16 bicapas de B₄C/BCN/

c-BN, lo que significa un incremento de la vida útil de la broca de un 107,7%.

Con base en los resultados positivos de los ensayos realizados con este tipo de materiales avanzados, el centro ASTIN viene prestando los servicios de los recubrimientos duros al sector industrial colombiano y ha obtenido hasta el momento los siguientes resultados (parte de ellos consignados en la tabla 1):

Consolidado actualizado sobre los logros obtenidos por el centro ASTIN en el ámbito de los recubrimientos duros y la tecnología de la deposición física de vapor:

- 45 empresas atendidas
- 4.020 herramientas recubiertas
- Más de \$1.150 millones de pesos ahorrados al año en dichas empresas
- 620 personas capacitadas
- 15 artículos publicados en revistas especializadas
- 10 ponencias realizadas en el país y en el exterior
- Dos tesis de pregrado y dos de postgrado

4. Conclusiones

- Se logró depositar multicapas estequiométricas, densas y homogéneas de Ti/TiN, Zr/ZrN, TiN/TiAlN y B₄C/BCN/c-BN por la técnica del magnetron sputtering reactivo, las cuales presentaron elevada dureza

En los resultados de esta investigación el SENA presta los servicios de los recubrimientos duros al sector industrial colombiano.

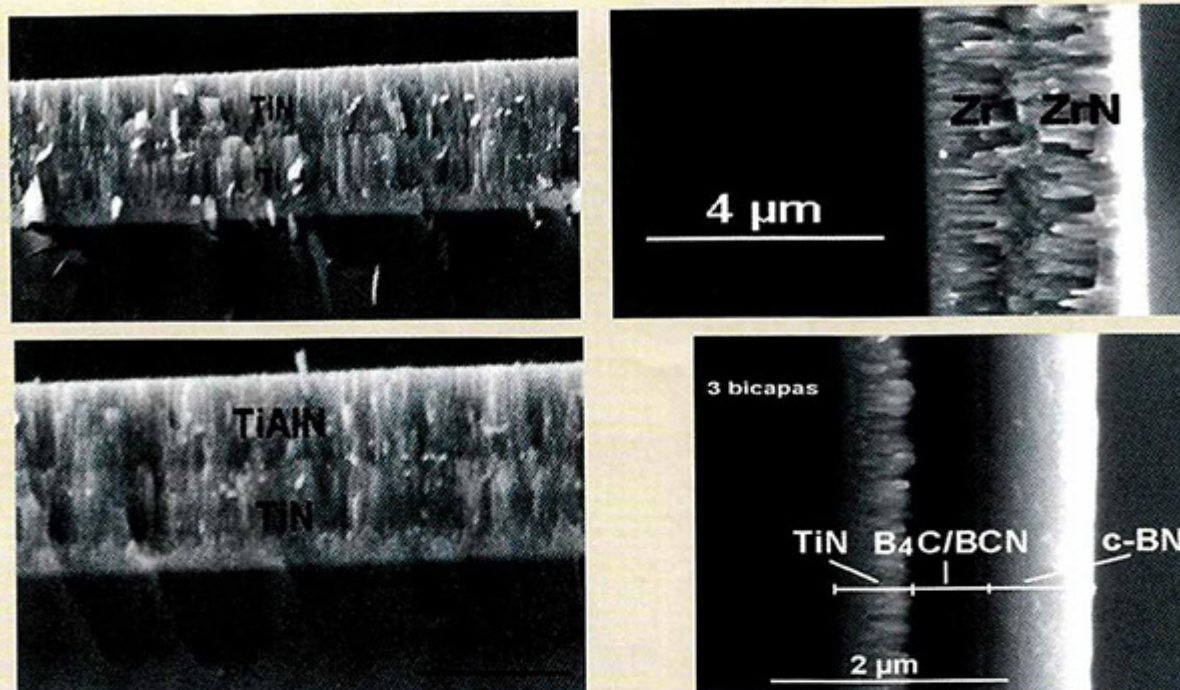


Figura 7. Imágenes SEM de la sección transversal de a) Ti/TiN, b) Zr/ZrN, c) TiN/TiAlN con una bicapa respectivamente y d) B₄C/BCN/c-BN con 3 bicapas depositadas sobre sustratos de silicio.

- En todos los casos las propiedades mecánicas de los recubrimientos se incrementaron con el número de bicapas utilizadas tendiendo a la saturación con 16 bicapas. La disminución del tamaño de grano, el aumento del número de interfaces y, con ello, el bloqueo de las dislocaciones existentes y posibles microgrietas, así como la inclusión de capas metálicas de mayor tenacidad, contribuyeron a mejorar la dureza y la adherencia de los recubrimientos.
- El desarrollo de este tipo de materiales compuestos en forma de multicapas abre un espectro enorme e importante de aplicaciones tecnológicas en todos los ramos de la industria, donde se utilizan herramientas y partes de máquinas sujetas a desgaste y condiciones severas de trabajo.

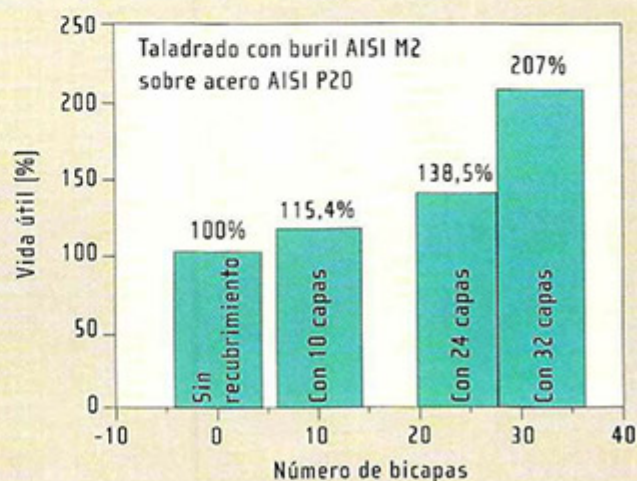
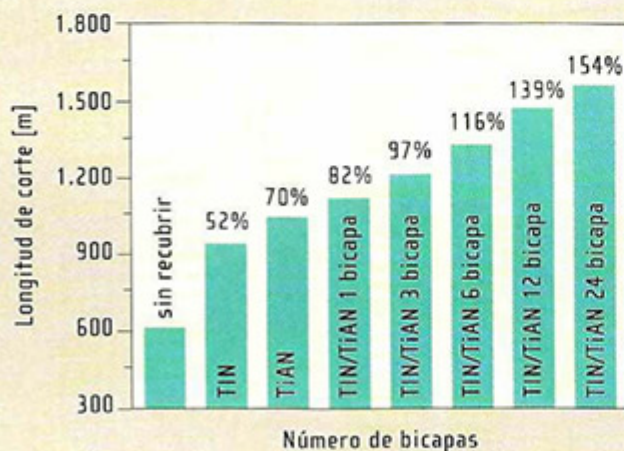


Figura 8. Longitud corte en función del número de bicapas de a) buril recubierto con TiN/TiAlN durante el proceso de torno de una barra en acero AISI 8620, b) broca recubierto con B₄C/BCN/c-BN durante el taladrado de una placa de acero AISI P20.

Tabla 1. Productividad y ahorro logrado por cinco empresas vallecaucanas, de las 45 atendidas hasta el momento, utilizando herramientas recubiertas.

Empresa	Herramienta	Producción / vida filo sin recubrir	Producción / vida filo recubierto	Ahorro anual [millones de pesos]
Alumina S. A.	Cuchilla corte de folio	9 toneladas	11.7 toneladas [+30%]	34.3
Sidelve Ltda	Troquel de lámina	4.000 piezas	5.400 piezas [+35%]	40.6
Induvases S. A.	Troquel de embutición	50.000 piezas	300.000 piezas [600%]	90.3
Bonlam A. Ltda	Cuchilla corte PE	1.100 toneladas	1.907 toneladas [+73%]	44.2
Industrias Lehner S. A.	Fresas para aluminio	100 horas	400 horas [+400%]	18.7
			Total	228.1

• Queda pendiente optimizar las propiedades mecánicas y tribológicas de este sistema de recubrimientos mediante la adecuada selección del período (espesores relativos de las monocapas) de las multicapas y el volumen crítico de la fase cerámica frente a la fase metálica o metaloide.

Agradecimientos: a la Dirección General del Sena, a la Subdirección del centro ASTIN y a Colciencias por el apoyo logístico y económico para el desarrollo de estos trabajos, así como al Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) por el soporte técnico brindado.

Referencias bibliográficas

Bejarano, G., Caicedo, J. M., Baca, E., Prieto, P., Balogh, A. G., Enders, S. (2006), *Thin Solid Films* 494, Issue 1-2: 53-57.

Bejarano, G., Caicedo, J. M., Devia, A., Arango, P., Montealegre, G. (2004), *Revista Colombiana de Física* (36) 2: 325-330.

Bewilogua K., Keunecke M., Weigel K., Wiemann E. (2004), *Thin Solid Films* Vol., 469-470: 86-91.

Braic M., Braic, V., Balaceanu, M., Pavelescu, G., Vladescu, A. (2003), *Journal of Optoelectronics and Advan. Mat.* (5) 5: 1399-1404.

Braic, V., Balaceanu, M., Braic, M., Vladescu, A. (2004), "Synthesis and characterization of hard layers obtained by vacuum arc technology" en *Romanian Reports in Physics* 56 (3): 481-486.

Caicedo, J. C., Prieto, P., Caicedo R. J. M., Bejarano G., Balogh, G. A., Gottschalk, S. (2005), *Revista Colombiana de Física*, (37) 2: 388-392.

Carvalho, N. J. M., Zoestbergen, E., Kooi, B. J., De Hosson, J. Th. M. (2003), *Thin Solid Films* 429: 179-189.

Castanho, J. M., Vieira, M. T. (2002), "Improving the cutting performance of TiAlN coatings using submicron metal interlayers" en *Key Engineering Materials*, 230/232: 635-639.

Cselle, T., Morstein, M., Geisser, L., Holubar, P. (2003), "Nanostructured coatings for high performance tools" en *Werkzeug Technik* 77: 1-8.

Dück A., Gamer N., Gesatzke W., Gripenrok M., Österle W., Sahre M., Urban I. (2001), *Surface and Coatings Technology*, 142-144; 579-584.

Ikeda, S., Gilles, S., Chenevier, B. (1998), *Thin Solid Films* 315: 257-262.

Liu, Z. J., Shum, P. W., Shen, Y. G. (2004), "Hardening mechanisms of nanocrystalline Ti-Al-N solid solution films" en *Thin Solid Films* 468: 161-166.

Stefan E. (1995), Ein neuartiges Konzept von PVD- Beschichtungsanlagen für den industriellen Einsatz in *Entwicklung und Produktion*. Aachen: CemeCon GmbH.

Woo, J. H., Lee, J. K., Lee, S. R., Lee D. B. (2002), *Oxidation of Metals* 53 (5/6): 529-537.

Otoño Porteño

TANGO

Lección

Música de ASTOR PIAZZOLLA



LA MENTE BUSCA COMPRENDER LA NATURALEZA
Y SE MARAVILLA ANTE SU BELLEZA.

En la Fundación Mazda para el Arte y la Ciencia llevamos 16 años apoyando la inteligencia y el talento de los jóvenes colombianos, otorgando más de 222 becas para estudios de postgrado en Colombia o en el exterior, en las áreas de matemática pura y física teórica, y también para pregrado de música clásica en Colombia.

Mayor información: Fundación Mazda para el Arte y la Ciencia. Compañía Colombiana Automotriz S.A.
Calle 13 # 38-54. Teléfono 5960900, ext. 339. Bogotá, Colombia. www.mazda.com.co



Tarifa postal reducida 769



Colombia \$12.500

