

GESTIÓN TECNOLÓGICA

**De un enfoque tradicional
a la inteligencia**

OSCAR FERNANDO CASTELLANOS DOMÍNGUEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA



Ing. Químico, MSc en Ciencias Técnicas, MSc en Administración, PhD en Química, estudios posdoctorales en Biotecnología. Investigador científico de la empresa BioChemMack (Moscú) - BioRad, investigador invitado de la Universidad de Leipzig, Alemania. Ha realizado investigaciones en ingeniería de producción, biotecnología, gestión tecnológica y educación. Autor de más de 120 artículos y ponencias publicadas a nivel nacional e internacional. Se ha desempeñado como jefe de la Unidad de Innovación Tecnológica, vicedecano y decano (e) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Miembro de las Juntas Directivas del Centro Red Metalmeccánico, y del Centro de Desarrollo Tecnológico para la Competitividad de la Industria de la Comunicación Gráfica - Cigraf. Fundador y director de la Revista Colombiana de Biotecnología. Ha participado como director, asesor e investigador en proyectos de desarrollo empresarial y gremial, gestión tecnológica, gestión universitaria y desarrollo organizacional. Actualmente es: coordinador del Grupo de Investigación en Gestión, Productividad y Competitividad - Biogestión, de la Universidad Nacional, Tipo A por Colciencias; miembro de la Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica, Altec; miembro de número de la Academia Mexicana de Ciencias Administrativas, director de la revista Ingeniería e Investigación, director de la Comisión Nacional de Asuntos Universitarios de la Asociación Colombiana de Ingeniería.

Los aportes presentados en "Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia" han sido el resultado del proceso de generación y consolidación del grupo académico e interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad de la Universidad Nacional de Colombia llamado BioGestión. Su equipo humano pertenece a las facultades de Ingeniería, Ciencias Económicas y Agronomía. Desde sus inicios en 1997 ha tomado la metáfora biológica como uno de los referentes esenciales para la formulación y desarrollo de proyectos de investigación, así como en la ejecución de asesorías y consultorías, lo que dio base para el nombre del grupo. BioGestión busca ofrecer soluciones que aporten valor agregado al sector productivo (público y privado), sirviendo como soporte académico en el mejoramiento e implementación de la gestión tecnológica, ambiental y empresarial, y orientándose a fortalecer la interacción entre las tecnologías blanda y dura, mediante la articulación entre la universidad, la industria y el Estado. En la actualidad cuenta con reconocimiento nacional e internacional, y está categorizado como grupo A por Colciencias.



La gestión tecnológica surge como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico como aspecto estratégico en las organizaciones productivas. Inicialmente esta nueva disciplina se enfocó en la administración de la ciencia y la tecnología a través de políticas públicas. Durante las últimas dos décadas del siglo pasado la gestión tecnológica se formuló en sistemas y procesos de aprendizaje, fortaleciéndose mecanismos de desarrollo tecnológico como la innovación y la transferencia de tecnología.

Actualmente las organizaciones deben ejecutar sus decisiones en forma eficaz y eficiente para responder al ritmo con el cual las tecnologías entran al mercado y para enfrentar los desafíos de los agentes de cambio. La gestión tecnológica ha evolucionado y, si bien retoma las bases y el valor de las etapas anteriores de su desarrollo, hoy se proyecta desde la gestión de la información y su transformación en conocimiento, considerado como impulsor de la productividad y el desarrollo económico del siglo XXI. En este sentido, recientemente se ha venido proponiendo la generación y aplicación de sistemas formalizados de inteligencia, la cual permite generar vectores de conocimiento en la variable tecnológica para la toma de decisiones y el planteamiento de estrategias, aplicable en diferentes entornos productivos.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

GESTIÓN TECNOLÓGICA:
DE UN ENFOQUE TRADICIONAL
A LA INTELIGENCIA

OSCAR FERNANDO CASTELLANOS DOMÍNGUEZ

GESTIÓN TECNOLÓGICA:

de un enfoque tradicional a la inteligencia

Copyright © 2007. Oscar Fernando Castellanos Domínguez

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia

Bogotá D.C. – Colombia

ISBN: 958-701-685-8

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier medio, sin permiso escrito del autor.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo reconocimiento a todos los integrantes del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – Biogestión, quienes durante casi una década han participado en la generación de las ideas y conocimientos, base del presente libro.

Especial agradecimiento a los ingenieros y amigos Claudia Jiménez, Mauricio Montañéz y Luz Marina Torres, por su invaluable colaboración en la preparación del contenido, así como en el análisis reflexivo y en la crítica oportuna.

A mi apreciada Alma mater –la Universidad Nacional de Colombia-, por permitirme soñar y tener los espacios necesarios para la generación de ideas y su materialización en productos como esta obra.

DEDICATORIA

A los destellos de luz que me miran desde mis recuerdos,

A mis seres amados y queridos,

A aquellos lectores que puedan encontrar algo para aprender y para aportar en el desarrollo del tema después de haber leído este libro.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
CAPÍTULO 1. RELEVANCIA DE LA GESTIÓN EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO	5
1.1 Contexto del desarrollo tecnológico.....	6
1.1.1 <i>Relación ciencia y tecnología</i>	8
1.1.2 <i>La tecnología</i>	9
1.1.3 <i>Relación de la gestión y la tecnología</i>	11
1.1.4 <i>Nociones del paquete tecnológico</i>	15
1.1.5 <i>Capacidades y competencias tecnológicas</i>	21
1.1.6 <i>Papel de la variable tecnológica en la productividad y la competitividad</i>	22
1.2 Bases conceptuales de la gestión tecnológica.....	25
1.2.1 <i>Interpretación de la gestión y la administración</i>	26
1.2.2 <i>¿Qué es gestión tecnológica?</i>	28
1.2.3 <i>Actividades de la gestión tecnológica en la empresa</i>	33
1.3 Evolución de la gestión tecnológica.....	34
1.3.1 <i>Nivel mundial</i>	35
1.3.2 <i>Etapas de la gestión tecnológica en Latinoamérica</i>	43
1.3.3 <i>La gestión tecnológica en Colombia</i>	51
1.3.4 <i>Brechas en gestión tecnológica</i>	55
1.3.5 <i>Evaluación de las empresas a partir de su gestión tecnológica y administrativa</i>	60
1.4 Generación y aplicación del conocimiento en gestión tecnológica	63
1.4.1 <i>Generación de conocimiento en torno a la gestión tecnológica</i>	65
1.4.2 <i>Impacto de la investigación en gestión tecnológica</i>	70
1.4.3 <i>Bases para la investigación en gestión tecnológica</i>	72
1.5 Retos en gestión tecnológica para el siglo XXI.....	77

CAPÍTULO 2. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA ...	83
2.1 Direccionamiento estratégico de la tecnología	84
2.1.1 <i>Política industrial</i>	84
2.1.2 <i>Planeación tecnológica</i>	90
2.2 Transferencia de tecnología	92
2.2.1 <i>Conceptos de transferencia de tecnología</i>	93
2.2.2 <i>Componentes de la transferencia de tecnología.</i>	96
2.3 Innovación tecnológica	107
2.3.1 <i>Contexto de la innovación</i>	107
2.3.2 <i>Bases de la innovación tecnológica</i>	110
2.3.3 <i>La innovación tecnológica y la estrategia de la empresa</i>	125
2.3.4 <i>Indicadores de innovación</i>	128
2.4. Estudio de casos en la aplicación de los aspectos fundamentales de la gestión tecnológica	132
2.4.1 <i>Direccionamiento estratégico de la biotecnología</i>	133
2.4.2 <i>Análisis de la transferencia tecnológica en pymes</i>	138
2.4.3 <i>Análisis de la innovación tecnológica en pymes</i>	146
 CAPÍTULO 3. SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA	 157
3.1 Bases conceptuales de la inteligencia	158
3.1.1 <i>¿Cómo interpretar la inteligencia?</i>	158
3.1.2 <i>Surgimiento de la inteligencia en las organizaciones</i>	162
3.2 Sistema de inteligencia tecnológica	165
3.2.1 <i>Bases conceptuales y estructura del sistema</i>	165
3.2.2 <i>Componente I: implementación de herramientas de gestión</i> .	173
3.2.3 <i>Componente II: generación de conocimiento</i>	204
3.2.4 <i>Componente III: formulación e implementación de estrate- gias</i>	217
3.3 Aplicaciones del sistema de inteligencia tecnológica	225
3.3.1 <i>Consideraciones para la implementación de un sistema de inteligencia tecnológica</i>	225
3.3.2 <i>Casos de implementación</i>	226

3.4	<i>Roadmapping</i> tecnológico	236
3.4.1	<i>Bases conceptuales del roadmapping tecnológico</i>	237
3.4.2	<i>Estructuración de roadmapping</i>	239
3.4.3	<i>Proceso de roadmapping</i>	240
3.4.4	<i>Aplicaciones del roadmapping</i>	243
3.5	El conocimiento y la tecnología en el desarrollo empresarial.....	244
3.5.1	<i>Organizaciones que aprenden</i>	245
3.5.2	<i>Empresas de base tecnológica</i>	248
3.5.3	<i>Las organizaciones según la asimilación del conocimiento y la tecnología</i>	251
3.5.4	<i>Hacia las empresas inteligentes</i>	255
	BIBLIOGRAFÍA	257

ÍNDICE DE TABLAS

tabla 1-1.	Procesos de gestión tecnológica	30
tabla 1-2	Autores líderes y referencias de mayor relevancia en gestión tecnológica.....	38
tabla 1-3	Metodologías empleadas actualmente para el desarrollo de la gestión tecnológica	40
tabla 1-4	Atributos que caracterizan la era industrial y la era del conocimiento.....	51
tabla 1-5	Cambio de paradigmas.....	73
tabla 2-1	Modelos estáticos de innovación	118
tabla 2-2	Modelos dinámicos de innovación	119
tabla 2-3	Clases de innovación	121
tabla 2-4	Comparación de documentos estratégicos en biotecnología	134
tabla 2-5	Grupos de variables estudiados	139
tabla 2-6	Análisis foda de las pymes analizadas del sector biotecnológico	150
tabla 2-7	Variables claves en el proceso de innovación tecnológica de las empresas estudiadas	152
tabla 3-1	Características de las generaciones de inteligencia tecnológica	166
tabla 3-2	Diferentes objetivos de la inteligencia tecnológica.....	169
tabla 3-3	Características de los estudios de <i>benchmarking</i>	183
tabla 3-4	Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de <i>benchmarking</i>	186
tabla 3-5	Diferentes etapas de los procesos de la vigilancia tecnológica	195
tabla 3-6	Desarrollo de la vigilancia tecnológica en algunos países....	197
tabla 3-7	Modos de generación de conocimiento.....	210
tabla 3-8	Evolución de la estrategia	218
tabla 3-9	Estrategias tecnológicas en relación con el liderazgo y ventaja competitiva	223

tabla 3-10	Roles dentro de un sistema de inteligencia tecnológica	224
tabla 3-11	Fortalezas y retos de la empresa analizada	229
tabla 3-12	Fortalezas y retos del sector al cual pertenece la empresa analizada	230
tabla 3-13	Fortalezas y retos del sector de plásticos flexibles y semirrígidos	232
tabla 3-14	Fortalezas y retos en el sector biotecnológico colombiano	235
tabla 3-15	Atributos del <i>roadmapping</i> tecnológico.	243
tabla 3-16	Elementos de las empresas que aprenden.	247
tabla 3-17	Características de las empresas de base tecnológica.	249

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Actividades relacionadas con la producción de tecnología	13
Figura 1-2	Ambitos de la tecnología y la administración	14
Figura 1-3	Papel de la tecnología en el perfil global de la empresa	15
Figura 1-4	Contenido de un paquete tecnológico	16
Figura 1-5	Ciclo de Shewart para el manejo de la tecnología	17
Figura 1-6	Desarrollo de los procesos de gestión tecnológica en la innovación	31
Figura 1-7	Esquema general de una organización empresarial	32
Figura 1-8	Evolución de la gestión tecnológica según drejer	35
Figura 1-9	Autores con mayor número de publicaciones en gestión tecnológica.....	42
Figura 1-10	Ponencias registradas en los eventos más importantes de gestión tecnológica en latinoamérica.....	45
Figura 1-11	Principales temáticas de las ponencias en eventos sobre gestión tecnológica en Latinoamérica.....	46
Figura 1-12	Principales áreas de investigación en políticas y gestión de la innovación tecnológica.....	49
Figura 1-13	Grupos cuyo programa principal es programa nacional de desarrollo tecnológico, industrial y calidad	54
Figura 1-14	Dinámica de producción de trabajos de grado en gestión tecnológica.....	56
Figura 1-15	Evolución histórica de la gestión tecnológica en diversos contextos.....	57
Figura 1-16	Manejo gerencial y tecnológico por generaciones.....	62
Figura 1-17	Método determinista de investigación	66
Figura 1-18	Enfoque de la investigación constructivista.....	68
Figura 1-19	Enfoque holístico de la investigación en gestión.....	75
Figura 2-1	Modelo lineal de un proceso innovador.	116
Figura 2-2	La escalera tecnológica	121

Figura 2-3	Factores determinantes para la competitividad en las empresas analizadas.....	141
Figura 2-4	Variables asociadas a la negociación tecnológica.....	142
Figura 2-5	Impacto de las variables sobre la innovación tecnológica....	150
Figura 2-6	Diagrama de motricidad y dependencia de los factores críticos para la innovación tecnológica	151
Figura 3-1	De los datos a la inteligencia.....	161
Figura 3-2	Pirámide informacional	162
Figura 3-3	Factores que influyen en el desempeño de la empresa.....	163
Figura 3-4	Publicaciones relacionadas con inteligencia tecnológica entre los años 2000-2005 en la base de datos scopus®.	169
Figura 3-5	Sistema de inteligencia tecnológica	172
Figura 3-6	Atributos de la información.....	173
Figura 3-7	Atributos de la información procesada en el sistema de inteligencia tecnológica.....	176
Figura 3-8	La cadena de valor	177
Figura 3-9	Ejemplo de una cadena de valor para una empresa del sector agroindustrial.....	180
Figura 3-10	Evaluación de la generación de valor	181
Figura 3-11	Diagnóstico del desarrollo tecnológico	181
Figura 3-12	<i>Benchmarking</i> de la innovación tecnológica de una empresa (A) con la mejor práctica del sector	188
Figura 3-13	Indicadores cuantitativos.	193
Figura 3-14	Identificación de <i>clusters</i> en un mapa tecnológico basado en patentes.....	194
Figura 3-15	Etapas del proceso prospectivo y herramientas utilizadas	202
Figura 3-16	La espiral del conocimiento	209
Figura 3-17	Publicaciones relacionadas con gestión del conocimiento entre los años 1998-2005 en la base de datos scopus®.	212
Figura 3-18	Factores que afectan el valor de una empresa	215
Figura 3-19	Perspectiva estratégica del conocimiento.....	216

Figura 3-20	Representación del modelo de andrews.....	220
Figura 3-21	Actividad cuantitativa de <i>roadmapping</i> en la base scopus®.....	236
Figura 3-22	Estructura generalizada de un <i>roadmapping</i> tecnológico	240
Figura 3-23	Integración de conocimiento tecnológico y comercial en el <i>roadmapping</i>	242
Figura 3-24	Incidencia del conocimiento y la tecnología en el desarrollo empresarial.....	252

PRESENTACIÓN

A lo largo del siglo XX se observó el paso de un entorno local a una economía globalizada, trayendo consigo modificaciones en los mercados, las formas de negociación, los valores sociales y morales, entre otros. Estos cambios se han ido acelerando cada vez más con el avance de la informática y las comunicaciones, la transición del perfil productivo de los bienes a los servicios, el papel dinámico de la propiedad intelectual y los bienes intangibles, que se han visto en las organizaciones como aspectos claves, no solo para tener una mayor competitividad, sino también para garantizar una sostenibilidad a mediano y largo plazos. La sostenibilidad, así como el impacto del desarrollo tecnológico, dependen de dos tipos de interrelaciones: entre organización y ambiente, y entre gente y tecnología. En este orden de ideas, la gestión tecnológica surge como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico como aspecto estratégico en las organizaciones productivas.

La evolución de la gestión tecnológica inicialmente se enfocó en la administración de la ciencia y la tecnología a través de políticas públicas. Una de las características relevantes de esta etapa fue el surgimiento de inventores individuales que desarrollaban tecnología espontáneamente como resultado de su originalidad y curiosidad científica. Posteriormente se enfatizó en la creación de la unidad de investigación y desarrollo en las empresas, a partir de la profesionalización de las actividades de investigación, la adopción del concepto de proyecto y el establecimiento de grupos de investigación. Durante las últimas dos décadas del siglo pasado la gestión tecnológica se formuló en sistemas y procesos de aprendizaje, fortaleciéndose mecanismos de desarrollo tecnológico como la innovación y la transferencia de tecnología. A lo largo de este proceso de consolidación de la gestión de tecnología se privilegió la generación y aplicación de conocimiento en los procesos productivos, lo que se reflejó en nuevos productos y bienes de capital implementados en la producción. A pesar de la inserción de la gestión tecnológica en países con economías emergentes, sus dinámicas se retrasaron en algunos casos hasta en diez años respecto de los avances generados en las economías líderes en el mundo.

Los logros alcanzados por la gestión de tecnología han sido evidentes y se ven reflejados en la articulación de la estrategia del negocio, el desarrollo tecnológico y organizacional de las empresas y las industrias. Sin embargo, los elementos e instrumentos de la gestión tecnológica desarrollada en los años noventa del siglo pasado la caracterizaban en el contexto de lo que puede denominarse un enfoque *tradicional*, por cuanto aún no se había permeado de las dinámicas planteadas por la economía de la información y del conocimiento.

Actualmente las organizaciones deben ejecutar sus decisiones en forma eficaz y eficiente para responder al ritmo con el cual las tecnologías entran al mercado y enfrentar los desafíos de los agentes de cambio. Teniendo en cuenta que la tecnología es el motor impulsor industrial –presente desde la elaboración de un bien o servicio hasta la generación permanente de ventaja competitiva–, la gestión de tecnología ha evolucionado, y si bien retoma las bases y el valor de las etapas anteriores de su desarrollo, hoy se proyecta desde la gestión de la información y su transformación en conocimiento, considerado como impulsor de la productividad y el desarrollo económico del siglo XXI. En este sentido, desde un tiempo relativamente reciente, se han venido proponiendo en el entorno de la gestión tecnológica la generación y aplicación de sistemas formalizados de *inteligencia*.

La inteligencia tecnológica es un campo emergente. Hasta hace poco las empresas e industrias líderes en el mercado habían venido abordando el tema del manejo de la variable tecnológica y la toma de decisión en el entorno productivo, aunque de manera poco estructurada. Ahora se manifiesta un creciente interés en temas relacionados con la inteligencia tecnológica, no solo por parte de los académicos, sino en especial por los responsables del desarrollo tecnológico en los niveles empresarial y sectorial y en las entidades del Estado.

Por lo anterior, este libro se plantea como propósito presentar al lector el papel de la gestión en el desarrollo tecnológico, su evolución histórica y la generación de conocimiento dentro de esta relevante temática. Analizando aspectos fundamentales como la generación de direccionamiento estratégico y los procesos de transferencia de tecnología e innovación tecnológica, se muestra el avance y la complejidad de los mismos, permitiendo evidenciar que la gestión tecnológica tradicional es dinámica y continúa estando relativamente vigente. A continuación, y tomando como referente los retos de la economía del conocimiento, se documentan las particularidades de la inteligencia y se sustenta su importancia como instrumento para la generación de desarrollo tecnológico y empresarial, acorde con las necesidades del nuevo siglo.

En el primer capítulo se abordan las diferentes dimensiones de la relación gestión–tecnología, mostrando cómo dicha relación ha influido en la evolución y consolidación de la gestión tecnológica, convirtiéndola en un componente vital y prioritario de la gestión global de organizaciones que pretendan ser competitivas en la era del conocimiento, así como un área relevante para la investigación y la generación de conocimiento. Considerando este último aspecto, se propone una opción metodológica dirigida a la generación y consolidación de equipos de investigación y desarrollo de la gestión tecnológica, mediante su formulación y el planteamiento de estrategias para su desarrollo.

En el capítulo 2 se trata lo atinente al direccionamiento estratégico de la tecnología, realizando inicialmente un recorrido por los aspectos fundamentales de la gestión tecnológica, entre los cuales están las políticas gubernamentales que promueven el desarrollo tecnológico, así como otros procesos claves dentro de las organizaciones: la planeación tecnológica, la transferencia de tecnologías y la innovación. Estos aspectos son analizados en diferentes ámbitos: la formulación de políticas se evaluó a través de los resultados de un ejercicio de direccionamiento estratégico aplicado a la biotecnología en Colombia; el proceso de transferencia de tecnología fue analizado en algunas empresas del sector medioambiental colombiano. Por último, se presenta la evaluación del proceso de innovación tecnológica en un grupo de PYMES.

El capítulo 3 presenta el sistema de inteligencia tecnológica como un nuevo esquema de gestión de tecnología con un enfoque integrador, que busca la armonización y complementariedad de diversas herramientas y metodologías –diagnóstico tecnológico, *benchmarking*, vigilancia tecnológica y prospectiva tecnológica–. La inteligencia permite generar vectores de conocimiento en la variable tecnológica para la toma de decisiones y el planteamiento de estrategias, aplicable en diferentes entornos productivos. Se muestra la implementación de este sistema en los tres niveles de la gestión de tecnología: *macro*, en la elaboración de lineamientos estratégicos de la biotecnología; *meso*, en el estudio prospectivo de los empaques plásticos flexibles y semirrígidos; *micro*, en la definición de estrategia tecnológica para una empresa productora de plantas *in vitro*. Posteriormente se analiza el *roadmapping* como método integral en el uso de herramientas de gestión tecnológica de última generación, el cual puede ser interpretado como complementario a la inteligencia. Finalmente, se proponen las bases para la incorporación de los sistemas de inteligencia tecnológica a nivel empresarial.

CAPÍTULO 1.

RELEVANCIA DE LA GESTIÓN EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

El contexto internacional está caracterizado por la apertura comercial y por la globalización de la economía, exigiendo a las empresas nacionales que pretendan participar en él, capacidad para competir de manera sostenible. Los países de reciente industrialización han entendido que para entrar en un mercado con estas características se requiere de: (1) un adecuado manejo de la variable tecnológica, (2) un aumento en la calidad de los bienes y servicios que se ofrecen, y (3) una alta productividad. En Japón se visualizó a tiempo el fenómeno de la globalización y se decidió actuar en estos tres frentes (1996), de tal manera que el país genera su propia tecnología, que además exporta a otras regiones del mundo. Este es un resultado obtenido por el esfuerzo consciente y proactivo tanto del Gobierno como de las compañías públicas y privadas, cuyo trabajo de forma articulada es fundamental.

La gestión tecnológica, dentro de un marco administrativo eficaz, permite una apropiada interacción entre la tecnología, el recurso humano y el conocimiento generado y asimilado, lo que conlleva a aumentos en la calidad de los bienes o servicios ofrecidos, en la productividad y en la competitividad. Cabe puntualizar que la generación, la asimilación y el uso efectivo de la tecnología mediante la gestión tecnológica, incluye también la utilización eficiente de los recursos empleados por la empresa, al igual que la minimización del impacto que tiene la actividad productiva sobre el ambiente.

A continuación se analiza la importancia de la gestión en el desarrollo tecnológico para la competitividad de las organizaciones productivas. Para ello, en primer lugar se presenta el contexto general sobre el desarrollo tecnológico, la conceptualización de tecnología y su relación con la ciencia y la gestión. Luego

se plantean las bases conceptuales de aspectos como paquete tecnológico, competencias y capacidades tecnológicas, así como de gestión tecnológica y su evolución a nivel mundial, latinoamericano, y en Colombia. Posteriormente, se presenta el desarrollo de la investigación en gestión tecnológica y su rol como generadora de conocimiento, concluyendo con los retos que le depara el siglo XXI a esta disciplina.

1.1 Contexto del desarrollo tecnológico

El tema de la gestión tecnológica ha tomado gran relieve en América Latina, introduciendo nuevas preocupaciones e ideas en torno al desarrollo científico y tecnológico de los países de la región (Ávalos, 1990). En particular, ha llamado la atención el papel que juega la investigación científica en este proceso, haciendo evidente la necesidad de que el Gobierno, las empresas públicas y privadas, las universidades y otras instituciones de investigación, se convenzan de su importancia para alcanzar un desarrollo autónomo y sostenible. Además, se han identificado ciertos fenómenos que se presentan en la región y que caracterizan la investigación científica y tecnológica. En primer lugar, aunque en muchas universidades se realiza investigación, apenas en los últimos años se ha dado alguna relación directa entre la academia y las necesidades reales de producción. En segundo lugar, solo a partir de 1980, los Gobiernos de los países de la región plantearon de manera expresa políticas de ciencia y tecnología como componente del plan de desarrollo general. En tercer lugar, usualmente la industria de la región ha brindado poca atención a las tareas de investigación (Jaramillo, 1992).

Ante estos fenómenos, es indispensable plantear mecanismos que mejoren la pertinencia de la investigación en relación con las necesidades sociales y económicas de los países y de las empresas, y es ahí donde deben construirse no solo políticas a nivel gubernamental sino también empresarial. Esta función la debe asumir el Estado, que, según Ávalos (1990), es quien debe actuar como el “gestor” del ambiente dentro del que se mueven los diferentes agentes del proceso innovativo, esto es, debe asumir la responsabilidad de generar contextos dentro de los cuales se toman las decisiones asociadas al desarrollo tecnológico.

Recientemente se ha vuelto a plantear la iniciativa de generar modelos de desarrollo tecnológico que tomen en cuenta la especificidad de regiones emergentes como la latinoamericana. Galante y Lugones (2005), retomando las investigaciones de Sábato, plantean que durante las últimas décadas se

han presentado fundamentalmente dos modelos de desarrollo tecnológico: el pensamiento cientifista de oferta y el desarrollo tecnológico innovativo. En el primer caso, promovido por la Unesco desde inicios de la década de los cincuenta, propone un conjunto de instrumentos destinados a fortalecer las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico. En este caso el avance en los sistemas productivos debe provenir de la oferta de la investigación de excelencia, la que por sí misma generaría innovaciones productivas: *la oferta crea su demanda*. El énfasis está puesto, entonces, en la investigación científica básica, ya que de ella derivan las aplicaciones. Por lo anterior, se enfocan los esfuerzos en la creación de infraestructura, programas e instituciones que generen una oferta de conocimiento, que generalmente no corresponden a las necesidades por contexto, o sea, es un conocimiento que no se aplica para la solución específica de problemas locales. En el segundo caso, la Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo de comienzos de la segunda mitad del siglo pasado intenta romper con el “modelo lineal” de oferta, haciendo hincapié en la necesidad de partir de la demanda de desarrollos tecnológicos (los cuales, en algunos casos, también requieren de investigación en ciencia básica). Es decir: a partir de la demanda del sector productivo y las prioridades de desarrollo social se genera y adapta el conocimiento necesario, por lo tanto la investigación científico–tecnológica tiene como uno de sus objetivos la respuesta a la demanda de tecnología.

Existe, entonces, una clara diferencia entre la política de investigación científica y la de desarrollo innovativo: mientras en la primera la demanda de tecnología es el resultado esperado, en la segunda es su objetivo. De este modo, el desarrollo innovativo busca la endogenización de la tecnología, siendo necesario conocer las capacidades locales para absorber y adaptar la tecnología importada, de acuerdo a la disposición local de factores productivos (Martínez y Marí, 1978). Durante los años posteriores, buscando la pertinencia del conocimiento y el desarrollo tecnológico a las necesidades de países con economías emergentes, que obligaban a invertir en investigación y desarrollo cada vez de forma más eficiente, se consideraba, y aún se plantea, la urgencia de encontrar un camino hacia el desarrollo autónomo, pero no aislado, de las tendencias mundiales.

Por lo anterior, se propone que en los países en desarrollo la innovación debe ser considerada como un factor fundamental en el proceso de producción y el desarrollo global (social, económico, humano, tecnológico, etc.), por lo cual es determinante definir su propia capacidad científico–tecnológica para lograr (Sábato, 1979): Construir capacidad de decisión propia; contar con capacidad de adaptación de tecnologías importadas de manera eficaz

y conveniente; fortalecer la capacidad de evaluar los cambios tecnológicos y diseñar estrategias que eviten o disminuyan el riesgo de obsolescencia; garantizar y consolidar capacidad de creación sostenida; y finalmente, mejorar el balance tecnológico de pagos, convirtiéndose preferentemente en exportadores de tecnologías. La generación de una capacidad de decisión propia en materia de ciencia y tecnología es el resultado de un proceso deliberado de interrelaciones (flujo de demandas) entre el Gobierno, la infraestructura científico–tecnológica y la estructura productiva, las cuales deben ser capaces, a través de una acción conjunta, de generar, incorporar y transformar demandas en productos finales, que es lo que se constituye en una innovación tecnológica. Este esfuerzo tripartito conjunto, que se potencializó fuertemente en los países desarrollados, es lo que en la literatura latinoamericana se conoce como el triángulo de Sábato.

1.1.1 *Relación ciencia y tecnología*

Los cambios de paradigmas en ciencia e investigación han generado el reconocimiento de la existencia de varias racionalidades, muchas posibles formas de aproximarse a la realidad y a la construcción del saber, obligando a los investigadores a establecer relaciones entre diversas disciplinas para elaborar discursos explicativos con una consistencia teórica que una sola de ellas seguramente jamás tendría (Gallego, 1995). El binomio ciencia y tecnología no constituye un insumo independiente aplicable al esfuerzo para el desarrollo, ya que indiscutiblemente está condicionado de manera fundamental por la estructura económica, política, social y ambiental, lo cual le imprime una orientación específica. Por esto, como lo afirma Rattner (1990), ciencia y tecnología nunca pueden estar totalmente exentas de valores ni ser neutras. Dada la importancia de las actividades científicas y tecnológicas para el desarrollo e industrialización de los países, conviene hacer una pequeña reflexión sobre sus diferencias. En síntesis, la actividad científica está orientada a satisfacer la curiosidad, a resolver las dudas acerca de cuáles son y cómo están organizadas las leyes de la naturaleza; por su parte, la actividad tecnológica está orientada a producir bienes y servicios de utilidad económica, social, y también política.

La ciencia y la tecnología tienen algo en común: son formas organizadas del conocimiento. Sin embargo, son conocimientos organizados para fines distintos: la ciencia busca el porqué de los fenómenos; según Gallego (Gallego, 1995), es otro esquema de explicación con que cuenta el hombre, y se diferencia de los demás en que no persigue interpretaciones absolutas y tampoco fundamenta

sus preceptos en supuestos de fe o autoridad. El producto de la actividad científica está representado por el conocimiento recopilado en un artículo u otro medio de divulgación, el cual debe ser ampliamente socializado. En el caso de la tecnología, aunque se basa en el porqué, su objetivo fundamental es saber el cómo, buscando la satisfacción de una necesidad. El producto de su actividad está representado en un proceso, bien o servicio. La calidad de la actividad tecnológica se mide por la eficiencia con que se resuelve un problema o satisface una necesidad (Waissbluth, 1990). Ciencia y tecnología se articulan en la medida en que esta última puede ser definida como un conjunto de conocimientos e información científica que resulta útil en la producción de bienes y servicios de una economía (Moreno, 1992). Es normal aceptar que la tecnología se deriva de la ciencia, pero es igualmente cierto que la ciencia depende cada vez más de la tecnología. Esto se reconoce fácilmente cuando se habla de equipos de trabajo, procesos de información, tecnologías emergentes y otros aspectos que están en la base de la investigación científica moderna (Jaramillo, 1992).

1.1.2 *La tecnología*

Debido al ritmo increíble con el cual las tecnologías se incluyen en el mercado, aquellas que hoy se consideran como avanzadas podrán llegar a ser primitivas y anticuadas con el transcurso de algunos años (Sumanth y Sumanth, 1999). Por esta razón, las empresas deben ejecutar sus decisiones en forma eficaz y eficiente para responder a los cambios del entorno tecnológico, entre los cuales Escorsa y Maspons (2001) citan: flexibilización de los procesos, explotación de sistemas de comunicación de amplio alcance, incremento en la inversión en actividades de investigación y desarrollo, reducción del ciclo de vida de los productos, transición de la sociedad industrial a la sociedad del conocimiento, y el creciente aumento de la importancia de procesos de innovación más que la producción en masa.

Para el desarrollo tecnológico de la empresa es indispensable que se haga una clara conceptualización de lo que es la tecnología, a fin de que pueda ser manejada efectivamente. Comúnmente este concepto se ha confundido con el de maquinaria, materias primas y producto, que son apenas manifestaciones de esta. De manera general, un primer acercamiento conceptual sobre la tecnología fue planteado en los siguientes términos (Cidetexco, 1996): con frecuencia conocimiento científico, pero también conocimiento organizado en otra forma, aplicado sistemáticamente a la producción y distribución de bienes y servicios.

El término tecnología ha inquietado a muchos autores, por lo cual se pueden encontrar diversas definiciones¹. Gaynor (1999b) y Sumanth (1999) coinciden en que la tecnología es el medio para llevar a cabo una tarea, incluyendo el conocimiento y los recursos necesarios para producir un bien o servicio para el mercado. De la misma manera, Pavón e Hidalgo (1999) la definen como el conjunto de conocimientos e información propios de una actividad que pueden ser utilizados en forma sistemática para el diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de productos o la prestación de servicios, incluyendo la aplicación adecuada de las técnicas asociadas a la gestión global. Los dos enfoques anteriores, que hacen dependiente a la tecnología de una información estructurada y de procesos formales de desarrollo, contrastan con la percepción amplia sobre el tema de Sábato (1997), quien propone que no toda tecnología es resultado de la investigación científico–tecnológica, planteándola como el conjunto ordenado de conocimientos utilizados en la producción y comercialización de bienes y servicios. Según dicho autor, este conjunto está integrado no solo por conocimientos provenientes de las ciencias exactas, naturales, sociales, humanas, etc., sino también por conocimientos empíricos como los que resultan de observaciones y ensayos, o que se reciben por tradición oral o escrita, o que se desarrollan gracias a una determinada aptitud científica (intuición, destreza manual, sentido común, etcétera).

1 La tecnología se puede considerar desde diferentes enfoques, así: (1) la producción y aplicación de conocimiento; (2) el medio para desarrollar una tarea, incluye todo lo que es necesario para convertir los recursos en productos o servicios; (3) el cuerpo de conocimientos científicos y de ingeniería que pueden ser aplicados en el diseño de productos o servicios o en la búsqueda de nuevos conocimientos; (4) el conjunto de manifestaciones físicas y sociales de la ciencia y sus aplicaciones a la producción, a la acumulación y distribución de riquezas, a las relaciones económicas nacionales e internacionales, a las estructuras de poder y al desarrollo de la vida individual y colectiva; (5) el conocimiento y la capacidad para crear formas reproducibles para producir o mejorar bienes o servicios; (6) el resultado de la habilidad de desarrollar y aplicar conocimiento a la solución de problemas; (7) representa inteligencia que se aplica en forma sistemática al problema del cuerpo. Funciona con el fin de ampliar y superar los límites del cuerpo; compensa la fragilidad y vulnerabilidad del cuerpo (Gaynor, 1999b). La primera y la segunda definición son incompletas; la primera no especifica el fin último del uso del conocimiento y la segunda no hace referencia al conocimiento como requerimiento para el desarrollo de tecnología; la tercera y quinta definiciones integran las dos primeras para explicar que la tecnología es conocimiento aplicado en la transformación de recursos para la obtención de bienes o servicios; al respecto, la sexta definición añade que el objeto final de dichos bienes o servicios es la solución de un problema, y la cuarta definición le da una connotación social a la tecnología resaltando que su impacto principal es sobre el individuo y sus relaciones con el medio. La última definición enfatiza en la tecnología como un instrumento en función de las necesidades de los individuos, resultado de la interacción con su medio; es decir, la tecnología no solo tiene efectos económicos sino también políticos, culturales y sociales.

La tecnología no es el fin ni el insumo, es el medio o variable instrumental que se debe analizar para los procesos de desarrollo (Cañas, 1989). Es más: la tecnología transmite los valores y relaciones imperantes de la sociedad donde se originó. La tecnología puede ser libre (libros, revistas, etc.), genérica (conferencias, simposios, seminarios, etc.) o especializada (consultorías) (García, 1997).

En cada una de estas definiciones se utilizan términos comunes como medios, conocimiento y producción. Se puede entonces decir que *la tecnología está constituida por los medios, incluyendo la información, los conocimientos y los recursos necesarios para el diseño, producción y comercialización de productos (tangibles o intangibles) que tienen una demanda o necesidad*. Por su capacidad de inducir cambios estructurales fundamentales en la organización y la producción, la tecnología llega a ser considerada un factor estratégico y, por tanto, debe integrarse al proceso de planificación de mediano y corto plazos en la organización.

1.1.3 Relación de la gestión y la tecnología

El *management* contemporáneo relaciona el factor tecnológico con el sistema administrativo y la estructura de la organización. En la estructura interna de los sistemas productivos aparece ahora una nueva unidad organizacional especializada en la administración de este factor; por tal razón, para analizar la relación entre gestión y tecnología se hace pertinente determinar el rol que esta última desempeña. Es posible, de tal modo, diferenciar cuatro tipos de organizaciones de acuerdo a la forma como la tecnología se involucra dentro de su estructura:

- Empresas cuyo objetivo principal no es la producción de tecnología como una mercancía separada, sino que asimila esta como un insumo para ser empleado en la producción y comercialización de bienes y servicios. En este caso la generación de tecnología es una actividad desarrollada preferentemente de manera exógena por un laboratorio de investigación o por un departamento de diseño y desarrollo.

- Empresas que basan sus actividades en la tecnología como producto a comercializar; su producto final es precisamente la tecnología, lo cual implica procesar conocimientos para producir paquetes tecnológicos y venderlos en el mercado. Ese conocimiento puede ser científico o empírico, pertenecer a la empresa o a otros, o incluso ser un bien libre; puede ser original o copiado, ser una innovación, una adaptación o una mezcla.

- Empresas que no cuentan con unidades de investigación para la producción de tecnología y simplemente adquieren del mercado los elementos que sobre este factor son necesarios para sus procesos².
- Otro tipo de organizaciones que manejan tecnología son los institutos de investigación gubernamentales, o instituciones como los centros de desarrollo tecnológico, centros regionales de competitividad, incubadoras de empresas de base tecnológica, entre otros, los cuales son organizados tomando como referencia los criterios de laboratorios universitarios de investigación. En consecuencia, sus investigadores creen estar trabajando en un laboratorio y no en una empresa; piensan, por lo tanto, que su deber es producir buena ciencia y no producir tecnología, que es el verdadero objetivo de la institución (Sábato y Mackenzie, 1988). De ahí que, aun cuando el desempeño de cada investigador puede llegar a ser bueno, el resultado de las actividades de la organización en conjunto es deficiente porque no suministran la tecnología que se espera de ellas, lo que generalmente ocurre puesto que no se suele prestar mayor atención a la actividad comercial.

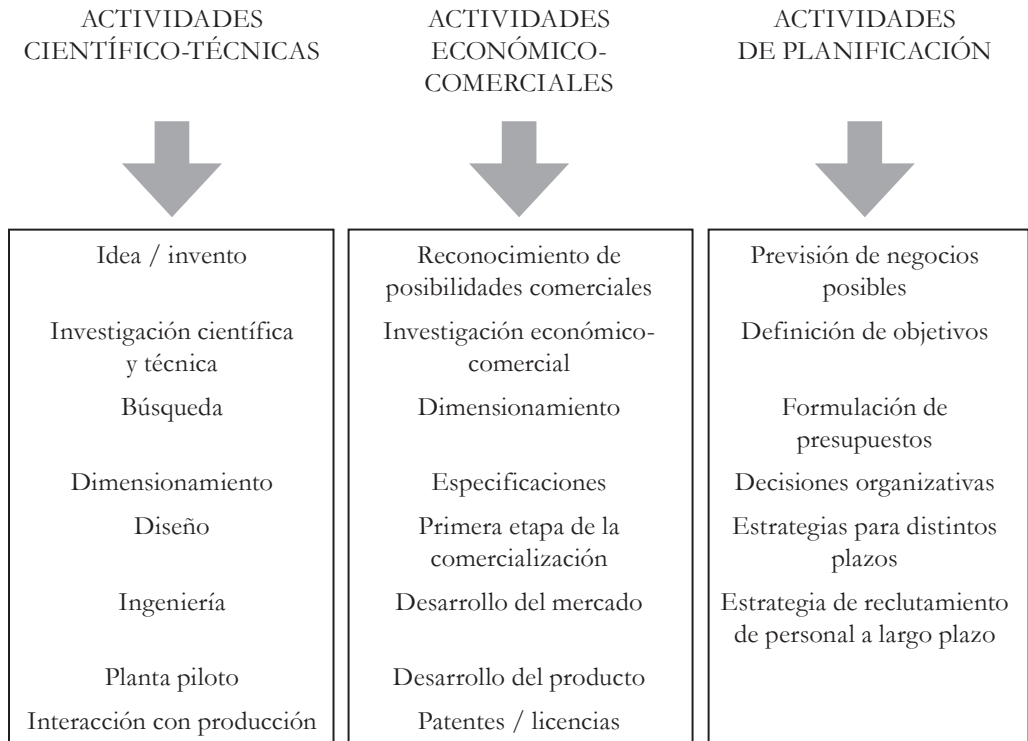
Dependiendo del papel de la tecnología en la organización es posible establecer estrategias para su satisfactorio desarrollo, teniendo en cuenta que, si bien la mayor parte de los insumos básicos para su desarrollo consiste en conocimientos técnicos y científicos, hay otros insumos provenientes de las áreas comercial, financiera, administrativa, etc., que también participan activamente en las distintas etapas de producción, utilización y comercialización de paquetes tecnológicos. Como base esencial, adicionalmente se deben incluir las fuentes que provean información sobre el mercado, la competencia, la publicidad, la legislación, el financiamiento, las tendencias, etc. Un ejemplo de estas relaciones se encuentra en la recomendación de que el área de *marketing* sea escuchada en la selección y seguimiento de los proyectos de desarrollo tecnológico, de manera que a medida que aumente la interacción entre áreas de una organización, los obstáculos y semánticas culturales sean reducidos, mejorando la relación entre ellas. Por lo anterior, se hace imprescindible la convergencia de la estrategia tecnológica y la de mercadotecnia (Marcovitch, 1990). Cada organización debe encontrar la respuesta adecuada a la forma de

2 Frente a este tipo de empresas es importante señalar que la experiencia ha demostrado que las compañías que generan su propia tecnología poseen mayores fortalezas frente a la competencia y además mejoran notablemente la eficiencia en el uso de la misma (Sábato y Mackenzie, 1988).

manejar su dirección, jerarquía, relaciones con otros departamentos, financiación, estimación de riesgos, etc. (Sábato y Mackenzie, 1988).

Junto con la creatividad, la fuerza de trabajo en las empresas de tecnología requiere de talentos adicionales a los netamente científico-técnicos. Este tipo de competencias se reconocen en la Figura 1-1, en la cual se señala el conjunto de actividades necesario para producir tecnología, permitiendo observar que las tareas a cargo de los integrantes de la fuerza de trabajo en una empresa que maneja tecnología son muy variadas. En general, los científicos reciben el mayor reconocimiento como generadores de innovación, pero si bien en muchos casos esto es cierto, en otros los directivos de la empresa son quienes en verdad tienen una responsabilidad determinante en este tipo de procesos. Incluso, como caso particular, puede mencionarse que los beneficios que una empresa obtiene de innovaciones tecnológicas pueden estar más relacionados con su capacidad de manipular mercados que con su capacidad tecnológica pura.

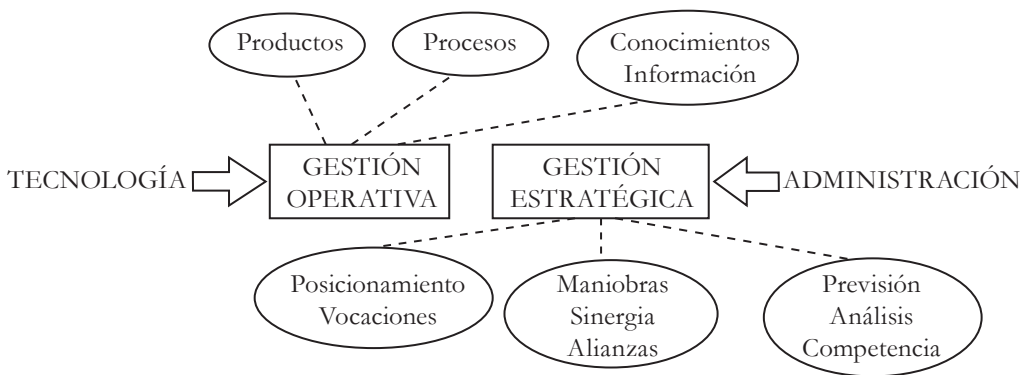
FIGURA 1-1. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA



Fuente: Sábato y Mackenzie (1988)

Las opciones tecnológicas no son solamente medios de ejecución; ahora se plantean como opciones complejas de características del producto, de elección de los procesos, de grados de integración, entre otros, que involucran además de decisiones estratégicas respecto de los mercados o a políticas de productos, grandes incidencias dentro de los niveles de competitividad. Por estas razones la tecnología puede y debe ser considerada como un elemento esencial dentro de los objetivos globales de la empresa (Aït-El-Hadj, 1990). La tecnología afecta a los miembros de las organizaciones en diversas formas, es un factor clave para determinar las tareas requeridas y el grado de especialización. Con frecuencia determina el tamaño y la composición del grupo de trabajo inmediato y el margen de contactos con otros trabajadores y supervisores, además afecta las diversas funciones y posiciones dentro de la empresa e influye en el diseño específico de la labor de cada empleado (Kast y Rosenzweig, 1998). Esta influencia de la tecnología en la estructura de una organización hace necesario un análisis múltiple de campos específicos. Por ello, en la identificación de variables claves para el funcionamiento eficaz de la organización se debe tomar a la tecnología como un elemento funcional, conceptual, de disposición, y por ende, de opción y de decisión, relacionándolo como elemento vital tanto para administradores y economistas, como para ingenieros.

FIGURA 1-2. ÁMBITOS DE LA TECNOLOGÍA Y LA ADMINISTRACIÓN



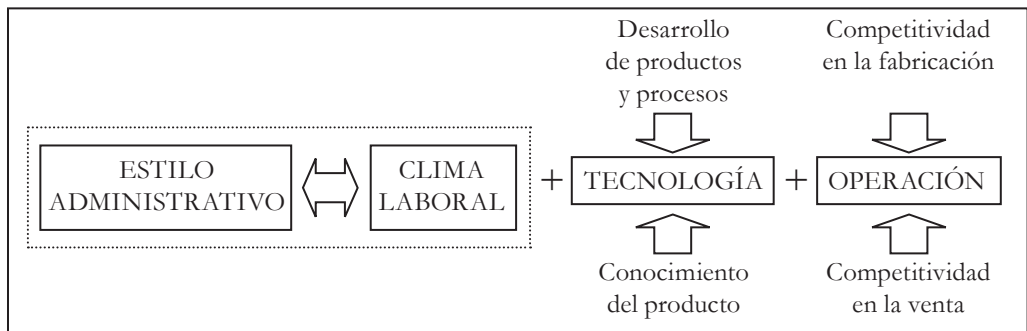
Fuente: adaptado de Aït-El-Hadj (1990)

Como se observa en la Figura 1-2, se puede relacionar la parte operativa con la concepción tradicional de tecnología, a lo cual se le ha agregado uno de los elementos que la integra a la estrategia empresarial: el manejo que la tecnología ofrece como fuente de información interna o externa. La parte estratégica se basa en el papel de la administración, señalando los planes,

estructuras, acciones, enfoques y controles que rigen el funcionamiento de la empresa y que son los directos responsables de su éxito.

Otro enfoque lo presenta Mejía (1998), para quien el *perfil global* de la empresa y su valoración se obtienen por medio de una visión holística que abarca e integra la gestión y la tecnología como factores claves para el éxito de los procesos desarrollados (Figura 1-3). En este caso, con el desarrollo de los productos y procesos, así como con el conocimiento del producto, se apunta hacia el crecimiento de la tecnología que usa la empresa para brindar los productos al mercado. El marco que brinda soporte estructural y social a lo anterior se encuentra en la interacción entre el estilo administrativo y el clima laboral, que se determinan mutuamente.

FIGURA 1-3. PAPEL DE LA TECNOLOGÍA EN EL PERFIL GLOBAL DE LA EMPRESA



Fuente: adaptado de Mejía (1998)

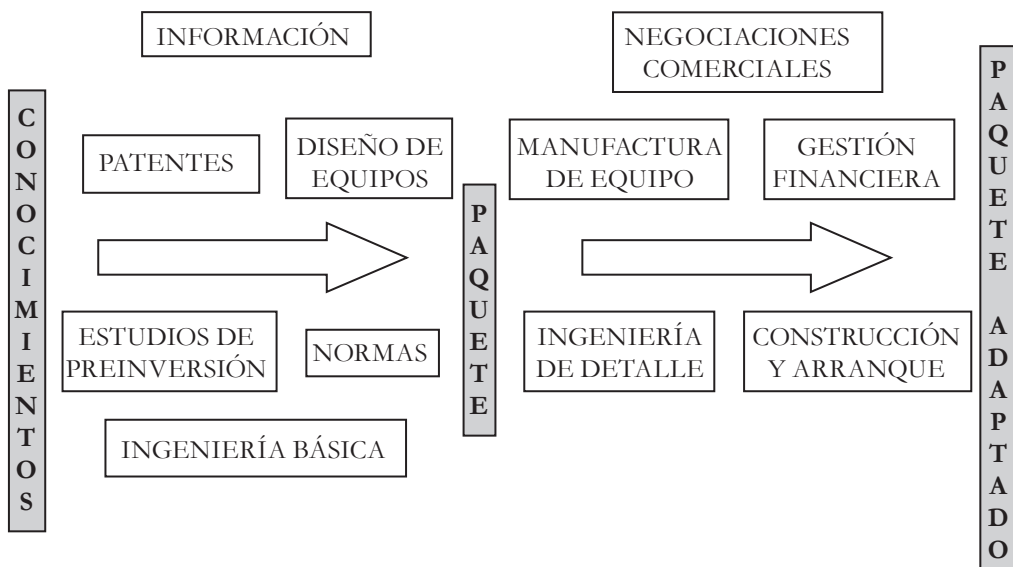
Finalmente, debe mencionarse que para autores en gestión como Kast y Rosenzweig (1998) y Martínez (2002), la tecnología representa uno de los elementos estratégicos para el análisis de las organizaciones, la cual es considerada como un recurso, resultado de un conjunto de instrumentos y métodos que crea, adapta y aplica cada organización en sus procesos de producción, ya sea de bienes o servicios, y que también constituye una mercancía, por cuanto se puede intercambiar, vender o comprar.

1.1.4 Nociones del paquete tecnológico

Los procesos relacionados con una adecuada gestión de la tecnología requieren la integración en un paquete tecnológico, entendido como el conjunto de conocimientos empíricos o científicos, nuevos o copiados, de acceso libre

o restringido, jurídicos, comerciales o técnicos, necesarios para producir un bien o servicio. Esta interpretación permite identificar e incorporar todos los elementos o insumos que intervienen en el cambio tecnológico, sin perder de vista las características inherentes a cada elemento y su interacción con las otras partes del paquete (Waissbluth, 1990). Según De la Rosa (1997), el paquete tecnológico es el conjunto integrado de conocimientos tecnológicos, técnicas y *know-how* necesarios para la producción de bienes y servicios.

FIGURA 1-4. CONTENIDO DE UN PAQUETE TECNOLÓGICO



Fuente: adaptado de Rodríguez y Cordero (1999)

El paquete incluye las variables tecnológicas o elementos básicos que definen la gerencia de la tecnología (Figura 1-4). Para manejar estas variables se deben plantear programas dirigidos al dominio del negocio, objeto del aparato productivo, mediante una efectiva administración y un desarrollo permanente de la base de conocimientos que se posea sobre aspectos como la tecnología y el mercado (Chinchilla *et al.*, 1995). En este sentido, Shewart (1991), retomando e interpretando el concepto de calidad de Deming, plantea un modelo conformado por dos ciclos para el manejo de la tecnología (Figura 1-5).

El ciclo de mejora es necesario pero no suficiente en la búsqueda de la capacidad de competencia en los mercados globales, mientras que el ciclo

FIGURA 1-5. CICLO DE SHEWART PARA EL MANEJO DE LA TECNOLOGÍA



Fuente: adaptado de Shewart (1991)

innovador, partiendo de la anticipación, reconoce las necesidades futuras para plantear proyectos que beneficien el desempeño de la organización. El diseño, la manufactura de equipos y la comercialización del producto forman parte integral de un proceso innovador.

Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico, en el paquete tecnológico están contenidas³ (Waissbluth, 1990; De la Rosa *et al.*, 1997): la tecnología de producto, la tecnología de equipo, la tecnología de proceso y la tecnología de operación. Mientras que desde un punto de vista global de la organización, el paquete tecnológico está constituido por elementos *duros* y *blandos*.

Los componentes blando y duro del paquete tecnológico son dos términos traídos por analogía de las ciencias de la computación, en las cuales son muy

3 Otros elementos del paquete tecnológico que se requiere sean definidos son (Waissbluth, 1990): La *ingeniería básica* constituida por la información contenida en los diagramas de flujo, los balances de materia y energía, las especificaciones generales y los criterios de diseño de proceso; el diseño y selección de equipos básicos; las condiciones preliminares de obra civil, mecánica y eléctrica; la especificación de servicios auxiliares, y los arreglos generales de flujo y distribución de materiales. La *ingeniería básica*, en suma, contiene y resume los elementos medulares de la tecnología. Generalmente, ha sido una de las áreas más deficitarias en cuanto a la capacidad de las firmas de ingeniería en nuestros países. La *ingeniería de detalle* incluye el diseño o la selección final de cada pieza del equipo y los servicios auxiliares que esta requiere, el diseño de la obra civil, mecánica y eléctrica, incluyendo los planos y diagramas de tubería y red eléctrica, y la instrumentación del proceso. En resumen, es toda la ingeniería que se requiere enviar al campo para la construcción de la planta.

comunes, y hacen referencia a los elementos *soft* y *hard* utilizados en los programas y el computador con sus partes físicas, correspondientemente.

García (1997) aduce que la tecnología blanda se refiere a la gerencia de los procesos productivos, las administraciones en temas como justo a tiempo y control total de la calidad; mientras que la tecnología dura la relaciona con la producción de bienes, estando involucrada con aspectos como máquinas, patentes, expertos. Además, García cita un tercer tipo de tecnología, la semidura (producción de servicios). En un estudio del Departamento de Planeación Nacional se menciona que los sistemas productivos de base de conocimiento que han adquirido tecnologías incorporadas al capital (tecnología dura) resultan en mayor proporción comparativamente con los que han adquirido tecnologías no incorporadas al capital, entendiéndose como tal, aquellas empresas que han incorporado ideas, conceptos y métodos como resultado de una actividad de investigación llevada a cabo, ya sea de una forma rutinaria o no, por fuera de la firma o solicitada por esta. Dentro de estas tecnologías no incorporadas al capital se encuentran las patentes, invenciones sin patentar, divulgación de conocimientos prácticos, marcas comerciales, diseños, patrones y servicios de contenido tecnológico (tecnología blanda).

Según Villamizar y Mondragón (1996), la tecnología se vale de diferentes medios: unos “duros”, como equipos y maquinarias, y otros “blandos”, como conocimientos y experiencias aislados, incorporados a las máquinas o a los métodos de producción. Además, afirma que la tecnología es una combinación de *software* y *hardware*, y entre ambos incluyen materiales, máquinas, mano de obra calificada, capacidad gerencial y mercadeo, y sirven para hacer cosas y solucionar problemas. Mejía (1995) argumenta que la tecnología dura es aquella referida a productos o procesos técnicos, y tecnología blanda (social) la que opera en la modificación del comportamiento de los grupos humanos. Moreno (1992) señala que se pueden distinguir dos tipos de tecnologías: la dura, que se refiere a los aspectos mecánicos o *hardware*, y la blanda, que se aplica al conocimiento sistematizado o *software*. Por otro lado, Riveros (1998) afirma que la tecnología dura hace referencia a lo automático y sistemático, en esta el riesgo es cero porque no se involucra la parte emocional de las personas; contempla todo lo que está protocolizado y es rígido, mientras que la tecnología blanda se relaciona con lo autónomo y sistémico. Este autor asegura que, en la medida que se presenta una mayor tendencia hacia lo duro, los protocolos y lo automático, la creatividad disminuye. Considera que lo blando estimula la innovación, pero que se debe procurar un equilibrio entre las dos tecnologías de manera que la empresa sea integral.

Por otra parte, Camacho (1990) indica que conocer las necesidades del mercado y coordinar la producción y la distribución de bienes y servicios da origen al concepto de tecnología blanda (administración), y de igual forma, conocer los materiales, equipos, procesos para producir concretamente los bienes y servicios, da origen al concepto de tecnología dura (producción). Además, señala que cuando se habla de asimilación tecnológica no se hace alusión exclusivamente a los medios empleados en la producción, sino también a las técnicas administrativas. La tecnología blanda deriva su progreso de las ciencias humanas, y la tecnología dura, de la aplicación sistemática de los hallazgos de las ciencias físicas y naturales. De estos hechos se establece que las dos tecnologías son complementarias y necesitan desarrollarse indisolublemente unidas para alcanzar sus metas.

En el *contexto investigativo* que define a los países desarrollados tecnológicamente, las empresas manejan la tecnología dura mediante un ente organizacional denominado investigación y desarrollo. En este caso la tecnología blanda se considera como inteligencia superior, cuya misión es coordinar los esfuerzos de las personas y de los sistemas materiales de la producción. La tecnología blanda está estrechamente relacionada con la definición de la misión de la empresa y su planeación estratégica de largo plazo. Esta tecnología tiene que ver con los procesos de mejoramiento y con la calidad de vida de las personas, tanto al interior como al exterior de la organización. Este componente tiende a ser específico porque hay algo de toque personal característico que define cada empresa y aun cada sector de la industria. Las empresas multinacionales han aprendido que la tecnología blanda tiene una altísima relación con los intangibles. Los intangibles son agentes transmisores de mensajes, imágenes y valores que actúan como satisfactores de los gustos y preferencias de los clientes (Camacho, 1990; Bernal y Laverde, 1995).

La integración y el equilibrio de las diferentes tecnologías de la empresa, duras y blandas, deben ser considerados como condiciones básicas para competir eficazmente y guiar el cambio tecnológico de la organización (Moreno, 1992). Por lo anterior, y como síntesis de la revisión realizada, se establece a continuación la definición de cada uno de los componentes del paquete tecnológico.

Una definición respecto a la *tecnología dura* puede concretarse en términos de los conocimientos aplicados y relacionados con la práctica productiva a fin de obtener un producto o servicio que satisfaga las expectativas del cliente (usuario o consumidor). Está representada por elementos tangibles como maquinaria, equipos, procesos, insumos y productos, así como por el conocimien-

to desincorporado aplicado al proceso productivo (*know-how* de producción). Los aspectos relacionados con este tipo de tecnología son (Waissbluth, 1990; OECD, 1994; Bernal y Laverde, 1995):

a. *Tecnología de proceso*. Características del proceso, complejidad tecnológica, condiciones, procedimientos, balances de energía y materia, manuales de planta y proceso.

b. *Tecnología de equipo*. Máquinas, equipos y, en general, todos los bienes de capital necesarios para el proceso de producción.

c. *Tecnología de operación*. Hace referencia a las normas y procedimientos aplicables a las tecnologías de producto, de equipo y de proceso, que son necesarios para asegurar la confiabilidad, la seguridad física y la durabilidad de la planta física y de sus productos.

Es necesario recordar que cualquier paquete tecnológico contiene generalmente elementos de todas las tecnologías antes mencionadas. Sin embargo, existen paquetes que dependen preponderantemente de alguno o algunos de ellos, limitándose la incidencia de los otros a un nivel menor.

La *tecnología blanda* está conformada por los conocimientos aplicados al direccionamiento de la organización, a la forma y a la metodología empleada por la compañía para efectuar sus operaciones, y a la administración de los recursos que posee, con el fin de obtener un producto o servicio que colme las expectativas del cliente (consumidor o usuario). Algunos de los aspectos relacionados con este tipo de tecnología son (Soriano, 1989; Caamaño, 1990; Vasconcellos, 1990b; Bernal y Laverde, 1995; Mejía, 1995; Cidetexco, 1996; Forero, 1997; Icontec, 1997; Serna, 1997; Wissensmanagement, 2003):

a. *Estructura organizacional*. Forma de agrupar los recursos humanos y materiales, definiendo el papel de cada unidad. Esta define los niveles de la empresa, las responsabilidades, las funciones, toma de decisiones y los medios. En general, la forma de organizar el trabajo en la empresa.

b. *Planeación de la tecnología*. Proceso continuo, flexible e integral que genera una capacidad de dirección, permitiendo definir la evolución que debe seguir una organización para aprovechar, en función de su dominio tecnológico, las oportunidades actuales y futuras que ofrece el entorno. En él se formula el plan tecnológico de la empresa, definido en los siguientes términos: estrategias, objetivos, políticas, programas y presupuestos relacionados con la tecnología.

c. *Marketing*. Incluye la metodología utilizada para detectar las necesidades y las expectativas del cliente, la manera de ofrecer los productos y la prestación de servicios.

d. *Manejo de información*. Registros de información acerca de materias primas, productos, proveedores, clientes, tecnologías, procesos, etc., al igual que toda la información y documentación de aspectos externos a la empresa tanto a nivel competitivo como tecnológico. Incluye también los mecanismos diseñados para facilitar los procesos de transformación de información en conocimiento.

e. *Gestión del recurso humano*. Forma de administrar el recurso humano, motivándolo hacia el mejoramiento continuo. En este aspecto se pueden relacionar conceptos como capacitación y formación permanente, estímulo a la creatividad, motivación, liderazgo y trabajo en equipo.

A partir del análisis sobre el impacto de las tecnologías blanda y dura en la competitividad puede concluirse que estos dos componentes del paquete tecnológico son determinantes para el avance productivo, aunque la tecnología blanda del paquete tecnológico tiene mayor impacto en países en vía de desarrollo, lo cual lo convierte en limitante (Guevara y Castellanos, 1999). Es importante tener en cuenta que una buena interrelación entre estos componentes permitirá mejorar el nivel competitivo de las organizaciones, debido a que se complementan, lo cual se traducirá en una mejora en las capacidades y competencias tecnológicas.

1.1.5 Capacidades y competencias tecnológicas

Durante los últimos 15 años para el manejo de la variable tecnológica se ha venido fortaleciendo la importancia de las capacidades y las competencias como componentes necesarios en la estructuración de estrategias de desarrollo tecnológico. Según Hlupic (2002), el conocimiento en los niveles de gestión táctico y estratégico de la organización se manifiesta en la forma de capacidades y competencias. En ambos casos las interpretaciones encontradas en la literatura provienen de diferentes enfoques. De acuerdo con Casanueva (2001), el nivel de dominio tecnológico alcanzado por la empresa indica el grado en que los conocimientos tecnológicos transferidos o desarrollados endógenamente fueron absorbidos y transformados en una capacidad tecnológica, la cual a su vez incluye los conocimientos –científicos y tecnológicos– acumulados y la habilidad de hacer, comprender, utilizar y desarrollar estos conocimientos para producir nuevas tecnologías (Takahashi, 2002). En trabajos posteriores de este

autor se han propuesto dos tipos de capacidades tecnológicas, los cuales inciden en los procesos de transferencia y generación endógena de tecnología: las capacidades operacionales y las capacidades de aprendizaje dinámico (Takahashi y Tacahashi, 2005). En el primer caso se incluye la información necesaria y las habilidades para operacionalizar y mantener la tecnología, esto es, el *know-how*. La capacidad de aprendizaje dinámico consiste en información y habilidades necesarias para generar cambios dinámicos en los niveles tecnológicos y organizacionales, así como para gerenciar estos cambios (*know-why*).

De otro lado, las capacidades tecnológicas han sido interpretadas como el grado de ejecución de las actividades que las organizaciones son capaces de realizar de manera independiente en el contexto de desarrollo tecnológico a través del tiempo (Lall, 1992; Bell y Pavitt, 1995; Figueiredo, 2001). A partir de esta interpretación la competencia tecnológica se plantea como el recurso necesario para que una organización pueda generar y gerenciar los cambios tecnológicos en sus procesos productivos, lo cual la asemeja a la capacidad de aprendizaje dinámico, referenciado anteriormente. Marins y Figueiredo (2005) adicionalmente proponen que las competencias tecnológicas pueden ser de rutina e innovadoras. Las competencias de rutina representan los recursos, articulados con las habilidades individuales y colectivas, así como con sistemas y métodos organizacionales, para producir bienes y servicios en determinado nivel de eficiencia. Las competencias innovadoras incorporan vectores de innovación y cambio permanente en los sistemas productivos.

Boisot (citado por Hlupic, 2002) sostiene que las competencias y capacidades tecnológicas, cada una en su propio modo, son manifestaciones de los activos de conocimiento de una empresa operando en diferentes niveles de la organización. En cada una de estas manifestaciones el conocimiento está implicado inherentemente en las dos formas: explícita y tácita. Este autor define las competencias como las habilidades organizacionales y técnicas involucradas en la obtención de cierto nivel de rendimiento en la producción, mientras que las capacidades describen las habilidades estratégicas en la aplicación e integración de competencias.

1.1.6 *Papel de la variable tecnológica en la productividad y la competitividad*

Actualmente se plantea la necesidad de mejorar la productividad de los sectores económicos a fin de elevar el nivel de vida. La productividad está estrechamente relacionada con la eficiencia y el rendimiento (Mariño, 1992), teniendo en cuenta que el hombre es la esencia de la productividad, mientras

que el conocimiento tecnológico es la forma de mejorarla. Su dimensión es total y a largo plazo, y los resultados deben compararse con los beneficios en el sistema global, social y de realización personal (Gómez, 1991). Para generar índices de productividad, esta se define como la relación entre la salida y la entrada de cualquier sistema (Mariño, 1992). Tradicionalmente muchas empresas presionan sobre la salida buscando cantidad sin tener en cuenta la calidad. Definitivamente es más acertado enfatizar en la calidad, ya que esto lleva a que se cometan menos errores, influyendo directamente en los costos y por ende en la productividad.

La combinación adecuada de elementos básicos (mano de obra calificada, buen ambiente de negocios, infraestructura física y mercado de capitales) genera la posibilidad de producir eficientemente. Pero esto se logra incorporando tecnología aplicada y su adecuada gestión a los procesos de producción. Asegurando flujos de conocimiento, capacitación y maquinaria, se pasa a una fase intermedia en la que la eficiencia en la producción más la reducción de costos y las mejoras en la calidad, diseño, materiales, empaque, comercialización, gerencia, etc., hacen más productivo un país de economía emergente. Si se da la combinación de mayor productividad y menores costos de producción se obtiene un nivel suficiente de competitividad (Villamizar y Mondragón, 1996).

Para lograr la competitividad, entendida como la capacidad para mantenerse en un mercado exigente y difícil, en términos de sostener una posición favorable respecto a los otros competidores y cumpliendo con las expectativas de los clientes, se debe tener una buena administración integrada y coherente de todos los factores empresariales, tecnológicos y productivos. Así mismo, la competitividad implica la capacidad para enfrentarse a los retos de internacionalización y globalización de la economía mundial, dentro de unos principios de justicia y uso sostenible de los recursos de medio ambiente (Bernal y Laverde, 1995).

En este sentido, se plantea que un actor del mercado requiere de ventajas competitivas sobre sus competidores para asegurar sus beneficios y mantenerse en el mercado a largo plazo (Porter, 1990). Una ventaja competitiva es cualquier característica de la empresa que la diferencia de la competencia directa dentro de su sector (Escobar, 1997). Sin embargo, para que se mantenga la ventaja competitiva debe construirse a partir del conocimiento científico y tecnológico. Las ventajas comparativas, en cambio, son características fundamentales que poseen intrínsecamente un país o una empresa, y pueden generar beneficios si son bien encauzadas y explotadas. Considerando que son las empresas las que compiten y no las naciones, a las primeras les corresponde crear ventajas competitivas, mientras que el Estado debe generar un ambiente propicio por

medio de políticas e incentivos a la innovación y al mejoramiento continuo (Pineda, 1997).

La evolución de la noción de competitividad de aquella que gira alrededor de los costos y las ventajas comparativas, hacia otras que consideran la calidad de los productos y la importancia crucial del entorno, se ha enriquecido en los últimos tiempos y ha permitido avanzar en la comprensión de ambientes más complejos como los actuales; tal es el caso de la *competitividad sistémica*, que tal como lo establece la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico, OECD, toma en cuenta no solo la eficiencia interna de la empresa sino también el entorno, trascendiendo del concepto de competitividad estructural, en el cual se contemplan solamente elementos medulares como la *innovación*, la *organización empresarial* y *las redes de colaboración* (Esser *et al.*, 1996), dejando de lado la dimensión política en la creación de competitividad.

De acuerdo con la Cepal (2001), uno de los elementos distintivos del concepto de competitividad sistémica es la vinculación de los elementos de cuatro diferentes escuelas de pensamiento: (1) la economía de la innovación y las teorías evolutivas, dentro de las líneas de pensamiento de Schumpeter; (2) la escuela postestructuralista con la redefinición del papel del Estado en los procesos de industrialización tardía; (3) la nueva economía institucional, básicamente dentro de los esquemas neoclásicos, con el énfasis en los sistemas de reglas y derechos de propiedad, y (4) la escuela moderna de administración. En el área de las ciencias sociales, la competitividad sistémica también se relaciona con la sociología económica, la sociología industrial, la geografía económica y las ciencias políticas, todas ellas con la noción de redes, elemento central del concepto de competitividad sistémica.

North *et al.* (2005) presentan un abordaje sistémico de la relación información, conocimiento, innovación y competitividad, basados en la escalera del saber y su aplicación en el diagnóstico de la condición inteligente en Mipymes de diversos sectores, las cuales a pesar de ser muy dinámicas carecen de sistemas avanzados de gestión. En la escalera del saber se tiene la dimensión informacional que parte del manejo de los símbolos, datos e informaciones hacia la generación de estructuras más complejas de conocimiento y prácticas que sostienen el proceso de innovación, como base de la competitividad sostenible. Los autores mencionan que en Europa son muy recientes las iniciativas para mejorar la gestión de la innovación y del conocimiento como estrategias hacia la competitividad; es más, plantean que la estrategia de innovación predominante se centra en elementos que conforman el capital estructural de la organización; sin embargo, se reconoce que para que la organización sobreviva debe velar

por el mantenimiento de la competitividad de sus productos y servicios a través de las nuevas ideas y conocimientos que aporta el capital humano, por tanto la estrategia de innovación también debe tener en cuenta el conocimiento que tiene cada empleado, el papel que juega cada uno de ellos en la empresa y la forma como lo desempeñan.

La capacidad competitiva de las empresas de los diferentes sectores se ve reflejada en el potencial creativo y técnico del talento humano; a pesar de ello, algunos autores plantean que estas presentan deficiencias en aspectos de gestión básicos (Castellanos *et al.*, 2002b; Murcia, 2004; Pineda, 2004), los cuales pueden ser superados con la ayuda de las instituciones de apoyo o la conformación de equipos multidisciplinares (Aspelund *et al.*, 2005; Colombo y Grilli, 2005), ya que es a través de la gestión del conocimiento, el fomento de las capacidades de aprendizaje empresariales y la creación de una cultura hacia la valoración de sus activos intelectuales, que se logrará mejorar la competitividad sistémica de las organizaciones (North *et al.*, 2005).

La importancia de la competitividad a nivel macroeconómico se debe a la influencia que tiene sobre: crecimiento del comercio e inversión exterior, integración de mercados supranacionales, globalización de la competencia, así como la creciente productividad en todos los sectores. En síntesis, para lograr competitividad es necesario ir más allá de la tecnología y la productividad con bajos costos, mejor calidad y más servicios complementarios (Villamizar y Mondragón, 1996), lo cual implica gestionar eficientemente los recursos tangibles e intangibles de los sistemas productivos.

1.2 Bases conceptuales de la gestión tecnológica

Hoy se reconoce plenamente que la efectividad de las empresas depende de su capacidad para manejar dos tipos de interrelaciones que están afectadas por cambios continuos: la relación entre organización y ambiente, y la relación entre las personas y la tecnología (Mejía, 1998). El uso intensivo de la tecnología en las organizaciones de la actualidad y las interacciones entre las personas y las diferentes formas en que se presenta la variable tecnológica, han conducido a la formación de sistemas sociotécnicos⁴ que moldean el com-

4 El enfoque sociotécnico concibe a la organización como una combinación de tecnología y al mismo tiempo como un subsistema social. El subsistema tecnológico y el social se consideran en una interacción mutua y recíproca y cada uno determina al otro, hasta cierto punto.

portamiento y las actividades empresariales. En las organizaciones el proceso administrativo debe abarcar estas complejas interacciones, estando la gestión orientada al logro de elevados niveles de productividad y competitividad a través de un apropiado manejo de los diferentes elementos que conforman el sistema organizacional. Las empresas requieren definir las vías por seguir para el desarrollo de capacidades administrativas que conlleven beneficios, a lo cual la investigación en gestión tecnológica aporta claridad a partir de referentes conceptuales y metodológicos adecuadamente sustentados.

1.2.1 Interpretación de la gestión y la administración

El término gestión tiene múltiples definiciones, y en muchas ocasiones este concepto es sinónimo de administración, gerencia o dirección. Hace referencia a una acción relacionada con los niveles de dirección de las organizaciones, que implica procesos decisorios en el manejo de los recursos para lograr unos objetivos determinados (Malaver, 2000).

Respecto a la administración, esta palabra se originó en el término *ministrare*, del latín clásico, que significaba “servir en un cargo”, refiriéndose al trabajo delegado a un capataz. De acuerdo con Gaynor (1999b), la administración⁵ puede ser analizada como el acto de supervisar las actividades o tareas asignadas consideradas como esenciales para mantener una organización a flote, abarcando una actividad intelectual (de pensar, intuir, sentir) realizada por personas dentro del ámbito de la organización. Sin embargo, este autor plantea una clara distinción entre lo que significa gestión y administración, proponiendo que esta última implica aplicar reglamentos, seguir procesos y métodos determinados de antemano. Por el contrario, la gestión⁶ es un proceso

5 En esencia, la administración es el proceso mediante el cual se integra un conjunto de recursos humanos, materiales, técnicos, monetarios, de tiempo y espacio en un sistema total para el logro de determinados objetivos; comprende las siguientes actividades (Kast y Rosenzweig, 1998): coordinar los recursos humanos, materiales y financieros para el logro efectivo y eficiente de los objetivos organizacionales; relacionar a la organización con su ambiente externo y responder a las necesidades de la sociedad; desarrollar un clima organizacional en el que el individuo pueda alcanzar sus fines individuales y colectivos; desempeñar ciertas funciones específicas tales como determinar objetivos, planear, asignar recursos, organizar, instrumentar y controlar; desempeñar varios roles interpersonales, de información y de decisión.

6 Según este enfoque, que puede ser ampliamente controversial, la gestión no es una ciencia, e incluso se llega a proponer que por mucho que los investigadores lo intenten, no pueden desarrollar teorías consistentes que guíen el desempeño humano en una secuencia lógica de un punto *a* a uno *b*; las personas son diferentes, actúan y reaccionan de manera distinta en situaciones diversas (Gaynor, 1999b).

mucho más complejo que involucra grados de creatividad, liderazgo, riesgo y preocupación por el desempeño futuro, contemplando elementos cambiantes e inciertos.

Este tipo de disyuntivas semánticas, surgidas de enfoques tangenciales a la teoría y a la evolución de la gestión⁷, pueden distraer de lo verdaderamente importante, es decir, de la relación que debe existir entre el tipo de organizaciones, su entorno y su sistema de gestión; además, obviamente no es compartida por la mayoría de los administradores. En cada organización el administrador soluciona problemas, dimensiona recursos, planea su aplicación, desarrolla estrategias, diagnostica situaciones, etc. (Chiavenato, 2000). Por su parte, Levitt (1974) niega la existencia del administrador profesional, tomando en cuenta que, mientras un abogado o un médico son considerados profesionales porque pasaron pruebas de conocimientos, no ocurre lo mismo con el administrador, cuyo conocimiento es uno de los múltiples aspectos en la evaluación de su capacidad profesional, la cual incluye su modo de actuar, sus actitudes, su personalidad y su filosofía de trabajo. Sin embargo, esta percepción, que podría llamarse mecanicista, debe ser complementada con el enfoque orgánico, que permita interpretar la gestión no sólo como la esquematización de los recursos de la organización a través de los procesos (Dávila, 2001), sino como un sistema administrativo con menor énfasis en la jerarquía, con tareas y responsabilidades flexibles, así como una orientación de la gestión a largo plazo, planteada, por ejemplo, desde la contingencia que impone un entorno cada vez más inestable e impredecible. Por ello, el proceso administrativo que se tome desde este enfoque implica una perspectiva dinámica y compleja.

La gestión, interpretada de otra forma, puede asumirse como un arte aplicado que involucra utilizar la vinculación de datos, información, conocimientos, y la interacción social entre las personas en la solución de problemas o en la búsqueda de oportunidades (Gaynor, 1999b). Abarca desde la comprensión de una determinada situación, la planeación, el monitoreo, hasta su culminación y retroalimentación para el diseño de nuevas propuestas. Ante el nuevo desafío de organizar la producción y aplicación industrial de conocimientos,

7 Inicialmente la administración científicamente estructurada surge como una aplicación de métodos ingenieriles en el control y la organización de los sistemas productivos (Shenhav, 1997). Los primeros administradores en las fábricas que concibieron a las empresas como sistemas organizacionales, fueron ingenieros. Sin embargo, hasta hoy en algunos de ellos, entre los cuales se puede mencionar a Gaynor, persiste la concepción de que la administración no es más que un desarrollo instrumental, ignorando que hoy la gestión tiene su propia dinámica conceptual, instrumental y estratégica.

particularmente en empresas de base tecnológica, se ha desarrollado una rama, relacionada con la ingeniería y la administración, conocida como gestión tecnológica o administración de la tecnología (Solleiro, 1988).

1.2.2 ¿Qué es gestión tecnológica?

En términos tecnológicos, la gestión podría concebirse como la administración del conocimiento para dinamizar un proceso productivo a través de la introducción sistemática de innovaciones tecnológicas (Rivera, 1995). La gestión tecnológica consiste en el desarrollo científico de técnicas para entender y resolver una diversidad de problemas, tales como la predicción, la proyección y la prospección tecnológica, el buen manejo de apoyos gubernamentales, de la información científica y tecnológica, de las estructuras organizacionales adecuadas para la investigación y el comportamiento humano en el proceso de desarrollo tecnológico, la planeación y control de proyectos, la vinculación entre las unidades de investigación y las de producción, la legislación en la materia, etc. (Solleiro, 1988). Complementariamente, Mejía (1998) plantea que la gestión tecnológica integra los diferentes procesos relacionados con el manejo de la tecnología dentro de un marco administrativo eficaz. Involucra la conducción de todos los aspectos relacionados con la generación e introducción de cambios tecnológicos en la empresa, permitiendo catalizar innovaciones en los sistemas estratégicos, gerenciales, culturales, organizativos y de infraestructura dentro de la empresa.

Según Zoltán (1993), la gestión tecnológica puede ser entendida bajo dos dimensiones: (1) la macro, comprendida en políticas gubernamentales para la innovación y el desarrollo tecnológico; y (2) la micro, constituida por el conjunto de decisiones empresariales que engloban aspectos técnico-gerenciales relacionados con la selección, negociación, transferencia, adaptación, utilización y asimilación de una tecnología determinada, y el objetivo de promover la generación de capacidades tecnológicas locales, por medio del estímulo de la actividad innovadora. Adicionalmente, se pueden complementar estos dos niveles con un tercero: el meso, en el cual la gestión se proyecta a los niveles de interacción e incluso integración interempresarial, mediante mecanismos como los *clusters*, las cadenas productivas, los parques tecnológicos, etcétera.

Las funciones críticas de la gestión tecnológica según el *Management of Technology Institute* de Hamilton (Canadá), son las siguientes: integrar la tecnología a la organización para generar ventajas competitivas sostenibles; incorporación rápida y efectiva de nuevas tecnologías para la producción y

distribución de bienes y servicios; concepción, negociación, contratación y supervisión de la transferencia tecnológica de las unidades de investigación a las de producción; administración de proyectos interdisciplinarios e interorganizacionales; acortar el ciclo de la innovación tecnológica; participar en las actividades de comercialización y mercadeo, dar solución a los problemas que plantean los mercados; hacer estudios prospectivos sobre la evolución de las tecnologías; definir la posición de la organización respecto a las tendencias tecnológicas; superar problemas de comunicación entre la gerencia (y otras áreas operativas) y la función de investigación y desarrollo; integrar y motivar personal creativo e innovador; manejar centros y equipos de investigación y desarrollo.

Autores como Bernal y Laverde (1995) proponen que la gestión de tecnología debe ser extendida hacia todos los procesos imperantes en la empresa, así:

a. Como gestión de procesos de aprendizaje y de generación de conocimiento. Representada en procesos de participación del personal de la empresa en la elaboración de su visión de futuro, modelos mentales, aprendizaje individual, conocimientos, herramientas de gerencia de la continuidad del conocimiento, valores organizacionales y aprendizaje en equipo.

b. Como administración de la información. En este caso involucra procesos sistemáticos, continuos, acumulativos y descentralizados dentro de la empresa en cuanto a: búsqueda, selección y acopio de información; diseño de sistemas de información internos y para la toma de decisiones; generación interna y manejo participativo de la información.

c. Como administración de procesos productivos. Expresada en políticas de la empresa sobre copia, asimilación, adaptación, mejoras, diseño y rediseño de tecnologías de materiales y materias primas, tecnologías de equipo, de operación, de productos y de procesos.

d. Como gerencia de procesos administrativos y directivos. Reflejada en la forma mediante la cual la organización productiva conoce, negocia, maneja y evalúa tecnologías. Involucra también la búsqueda y selección de tecnologías, negociación y transferencia de tecnologías, monitoreo y prospectiva tecnológica, propiedad industrial, contratos de tecnología, asistencia técnica y servicios técnicos.

Esto significa que el administrador de tecnología en una compañía debe tener la capacidad de mantener el diálogo sobre las características técnicas

y de mercado del proyecto y con base en ellas, tomar una decisión. Es decir, requiere estar preparado para combinar los factores de producción –directos e indirectos– de tal manera que la compañía produzca y compita en los mercados en forma eficiente, permanente y minimizando riesgos.

De otro lado, se propone que la gestión tecnológica ha de desarrollarse fundamentalmente bajo dos enfoques: el mejoramiento continuo y la innovación (Mejía, 1998). Algunos de los procesos desarrollados sobre estos temas se relacionan en la Tabla 1-1. Esta diferenciación no quiere decir que cuando se realiza mejoramiento continuo no se lleve a cabo un proceso de innovación, y viceversa. Las actividades de gestión tecnológica relacionadas con el mejoramiento continuo están incluidas en las funciones básicas de cada sistema productivo, señalando la parte creativa que debe desarrollar cada uno de sus miembros, mientras que los procesos desarrollados para la innovación son planteados como fuente de competitividad en la empresa. La Figura 1-6 muestra cómo se relacionan los procesos de gestión tecnológica en la innovación.

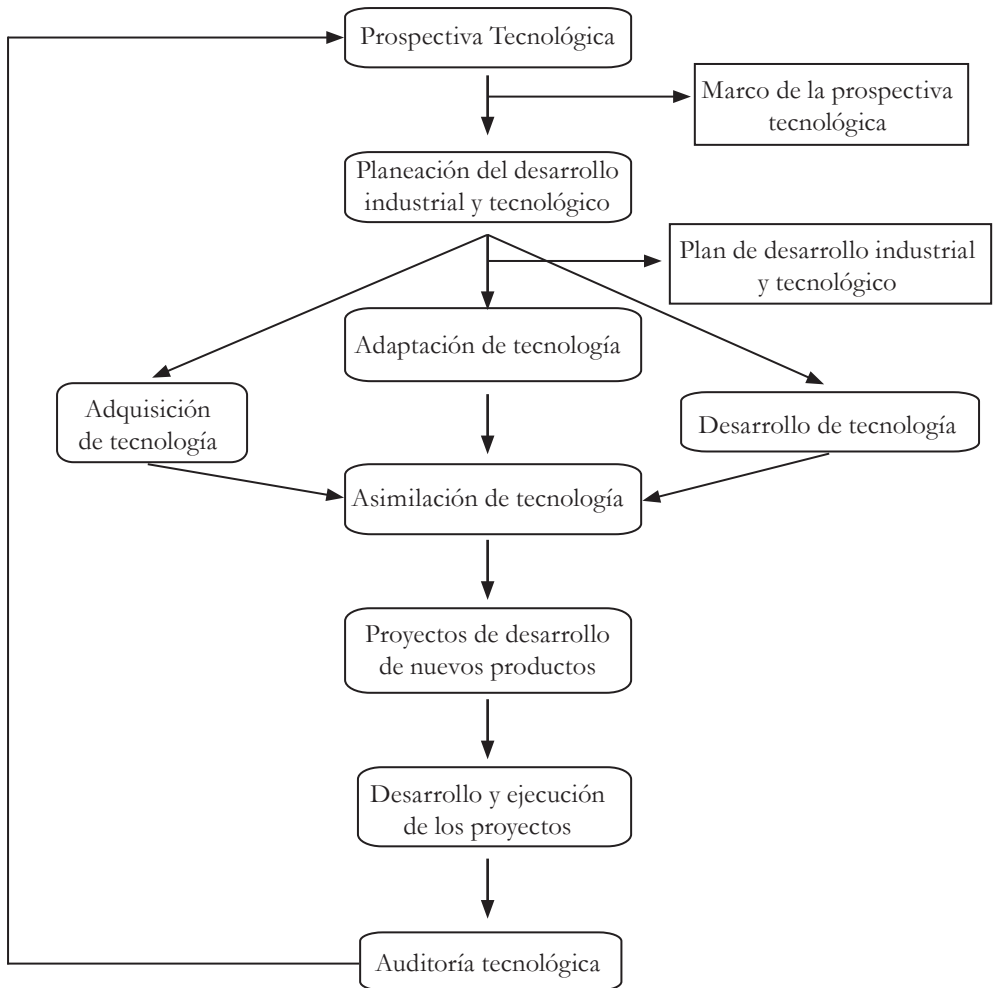
TABLA 1-1. PROCESOS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA

En innovación	En mejoramiento continuo
- Prospectiva tecnológica	- Normalización de los procesos industriales y administrativos
- Planeación de desarrollo industrial y tecnológico	- Evaluación de la competitividad de las operaciones industriales
- Adquisición de tecnología	- Documentación de los procesos de aprendizaje
- Adaptación de tecnología	- Introducción de nuevos desarrollos administrativos
- Desarrollo de tecnología	- Rediseño de procesos en diferentes áreas de la empresa
- Proyectos de inversión	
- Auditoría tecnológica, entre otros	

Fuente: adaptado de Mejía (1998)

La misión fundamental de la gestión tecnológica es el desarrollo industrial y tecnológico, para lo cual se realiza la planeación y la administración de la tecnología requerida, velando por su adecuada asimilación; además, se desarrollan los productos y los procesos necesarios para hacer a la empresa competitiva en el mercado mundial, asegurando la plena satisfacción de los clientes (Mejía, 1998).

FIGURA 1-6. DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA INNOVACIÓN



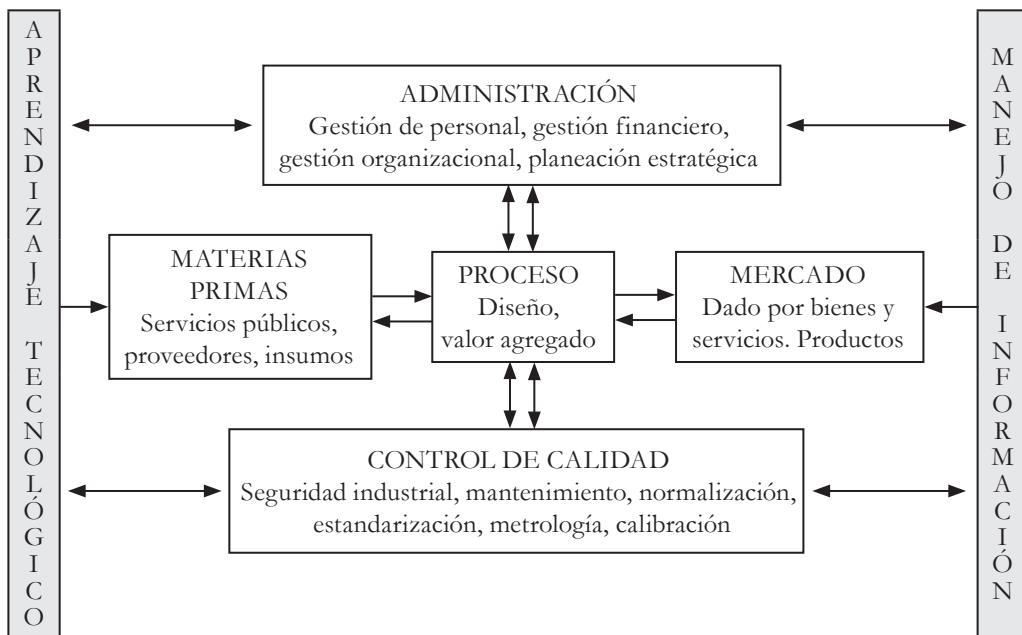
Fuente: Mejía (1998)

Como antes se mencionó, la gestión de la tecnología debe abordarse sobre la base del mejoramiento continuo, trabajando tanto en la adhesión como en la motivación del personal, debido a que durante el desarrollo y la adquisición de nuevas tecnologías se pueden cuestionar algunas competencias establecidas tradicionalmente dentro de la cultura organizacional (manejo de equipos, herramientas, procedimientos, etc.). Los cambios tecnológicos pueden crear inseguridad y ansiedad en el empleo y en los trabajadores, ya que las habilidades desarrolladas a lo largo de un periodo pueden resultar obsoletas de un momento a otro, con lo cual se afectan

considerablemente los niveles de autopercepción e involucramiento (Kast y Rosenzweig, 1998).

El concepto de gestión tecnológica puede resumirse como la capacidad de la empresa para hacer productivo el conocimiento y la información. Esta gestión es más que la suma de los elementos o variables tecnológicas involucradas en las tecnologías dura y blanda, constituye una visión organizacional fuerte y coherente que incorpora la tecnología como un elemento natural en las decisiones gerenciales. La empresa debe ser vista como un todo, intercambiando información, productos, servicios y recursos en un entorno dinámico y flexible, redefiniéndose, aprendiendo y cambiando continuamente, como se observa en la Figura 1-7.

FIGURA 1-7. ESQUEMA GENERAL DE UNA ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL



Fuente: adaptado de Amaya (1999)

Teniendo en cuenta que la tecnología, en su acepción más general, es el conjunto de conocimientos sistematizados para la producción de un bien o un servicio (Schroeder, 1992; Beranger, 1994), es necesario que las organizaciones manejen ese conocimiento, el cual cumple una función medular en la vida de la entidad productora. Lo anterior implica manejar y desarrollar ciertas

capacidades⁸, cuyo objetivo es asegurar la adquisición, difusión y preservación del conocimiento a través del tiempo en la empresa, partiendo desde aquel que está involucrado en los proveedores y en el producto elaborado por ellos, así como el que se genera y fluye dentro de la firma en todas las etapas de producción, hasta el conocimiento que se tiene de los clientes. La capacidad de gestionar tecnología no radica únicamente en la forma de selección o desarrollo de la tecnología requerida, sino en cómo la organización la asimila e incorpora (Ortiz, 1993), buscando la excelencia, la innovación, la autoevaluación y la adopción de mejores prácticas laborales y gerenciales (Kearns y Nadler, 1992; Spendolini, 1994).

1.2.3 Actividades de la gestión tecnológica en la empresa

Las actividades para el desarrollo de la gestión tecnológica de una firma se pueden clasificar de la siguiente forma (Zoltán, 1993):

a. Diagnóstico tecnológico. Consiste en sistematizar y analizar los datos pertinentes de información e inteligencia tecnológica; calificar, en relación con la calidad y productividad, el nivel de modernidad tecnológica de la empresa respecto de los competidores; evaluar el potencial de desarrollo tecnológico propio y por adquisiciones de la tecnología, con referencia a las tendencias que señale la vigilancia tecnológica; identificar los cuellos de botella relacionados con tecnología que impidan a la empresa avanzar hacia niveles superiores de calidad en procesos y productos; identificar líneas específicas de investigación y desarrollo e innovación tecnológica para aumentar la capacidad de competencia en general y para el mejoramiento de la calidad, en particular.

b. Estrategia de planificación tecnológica. Involucra las actividades del proceso de planificación estratégica de la empresa, proporcionando a este, ante todo, las informaciones del diagnóstico tecnológico. Su principal fin radica en formular objetivos y metas específicas de cambio y desarrollo tecnológico en coherencia con la estrategia y planes de control de calidad total y mercadeo.

8 La gestión tecnológica busca generar destrezas y herramientas con miras a una óptima adquisición y generación de conocimiento en la empresa, buscando fortalecer capacidades, orientadas hacia: búsqueda y adquisición de información; evaluación y análisis de la información adquirida para la generación de nuevos conocimientos; conservación del conocimiento adquirido; difusión interna, ordenada y selectiva del conocimiento; protección del conocimiento generado en la empresa; y normalización interna de conocimientos y procedimientos generados.

c. *Adquisición de tecnología y desarrollo tecnológico interno.* Su función es comparar las alternativas de adquisición externa o generación interna de tecnologías que se precisen para el desarrollo de los objetivos y metas fijadas. Además establece posibles fuentes de financiación; análisis de costos; viabilidad de las adquisiciones necesarias para realizar el cambio técnico que se haya programado, evaluando las alternativas disponibles.

d. *Cambio técnico e innovación tecnológica.* En este caso se busca asegurar las condiciones necesarias para el avance tecnológico programado, entre ellas la disponibilidad y preparación del talento humano y los laboratorios e infraestructura necesarios, así como realizar la gestión de la adquisición de tecnología y del desarrollo tecnológico interno.

e. *Control y evaluación.* Esta actividad se centra en verificar periódicamente la adecuación de la estrategia, los planes y la ejecución de la gestión tecnológica a las metas de ventas, de calidad, y a los beneficios esperados. En este proceso se califican los resultados logrados, teniendo en cuenta las modificaciones pertinentes como resultado de contingencias en el sistema productivo y el mercado. Una vez realizado el control, es conveniente retroalimentar los resultados al diagnóstico tecnológico, con el fin de que el proceso sea cíclico y permanente.

Una parte muy importante de las actividades de gestión tecnológica es ejecutada normalmente por los grupos operativos tradicionales. Adicionalmente, deberá existir en la empresa un núcleo de gestión tecnológica (personas que operan en las firmas al más alto nivel organizacional) con la función de asesorar a su dirección y a la alta gerencia en la administración estratégica de la tecnología (Rodríguez, 1993). El objetivo central de este núcleo debe ser el seguimiento sistemático de las actividades de la gestión tecnológica, su registro, difusión y normalización, la integración permanente de sus resultados a la estrategia empresarial, solución a problemas y oportunidades derivados de esa función integradora. Esto conducirá a una mayor y mejor comprensión del proceso productivo, del producto y del mercado, al surgimiento de nuevos proyectos y nuevas prácticas, así como a la generación continua de nuevos conocimientos (Acosta, 1993; Harrington, 1998).

1.3 Evolución de la gestión tecnológica

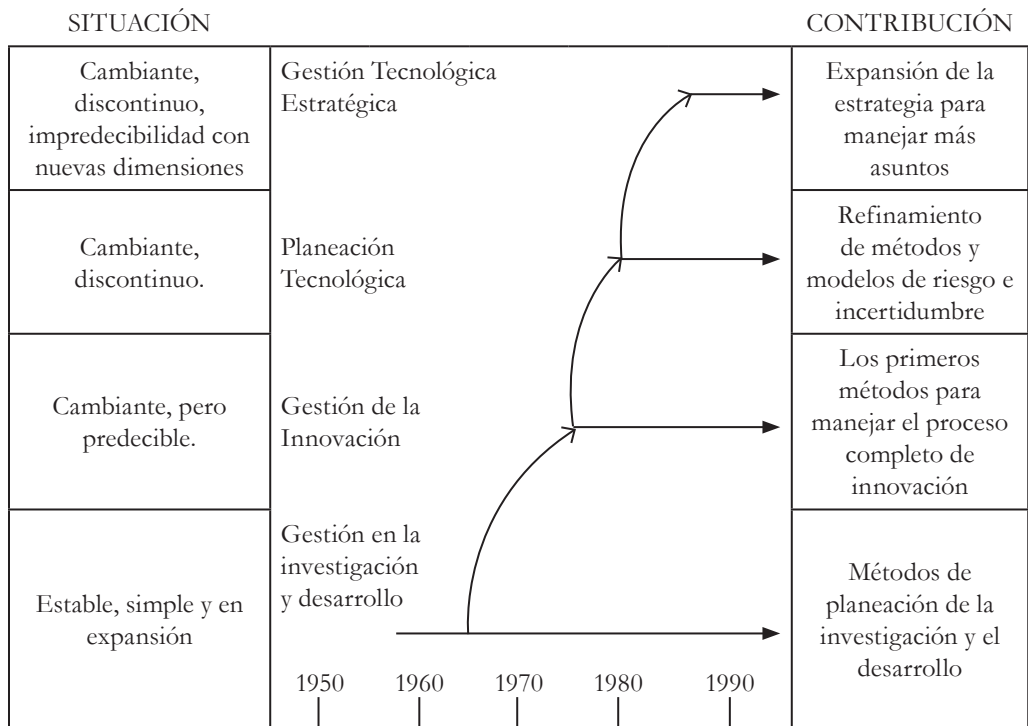
La gestión tecnológica como disciplina naciente que integra diferentes perspectivas desde las ciencias básicas y aplicadas hasta ciencias sociales

de la gestión, ha tenido una evolución variada dependiendo de las condiciones económicas, sociales y tecnológicas de cada región. La adopción de ciertas herramientas o la implementación de políticas dependerán entonces de dichas condiciones. Es por esto que a continuación se presenta una breve revisión de la evolución que ha tenido la gestión tecnológica a nivel mundial, latinoamericano y colombiano.

1.3.1 Nivel mundial

De acuerdo con Ulhoi (citado por Drejer, 1997), aunque la gestión tecnológica ha existido desde los años ochenta, sus orígenes se remontan a inicios de los setenta. Desde esta época se ha relacionado con temas como gestión estratégica, de la ingeniería, de la innovación y de la investigación y el desarrollo. Es posible identificar cuatro enfoques, que muestran la evolución conceptual de la gestión tecnológica, tal como se exhibe en la Figura 1-8.

FIGURA 1-8. EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA SEGÚN DREJER



Fuente: Drejer (1997)

Cada uno de estos enfoques se caracteriza por (Drejer, 1997):

a. *Gestión en la investigación y desarrollo.* De acuerdo con la curva S, las tecnologías son dinámicas, tienen ciclos de vida y pasan por diferentes etapas de maduración. El fenómeno de la curva S muestra que la alta acumulación de inversiones es para el desarrollo de una tecnología dada, donde el punto más alto es la ejecución de esa tecnología, implicando que el desarrollo de cualquier tecnología sea muy costoso pero consecuencia una alta eficiencia. Pocos autores tuvieron un fuerte impacto en este caso como Schumpeter, quien no solo contribuyó a la literatura sobre emprendimiento e innovación, sino que se centró en la gestión de la investigación y el desarrollo en empresas grandes y maduras. Es típico que en este enfoque los cambios tecnológicos sean percibidos como predecibles y pronosticables, de ahí que el *forecasting* tecnológico se convirtiera en una de las herramientas más importantes.

b. *Gestión de la innovación.* Enfocándose en la parte discontinua de la curva S (por ejemplo: innovaciones radicales), donde la tecnología cambia rápidamente, la incertidumbre es alta y los ciclos de vida cortos, los participantes en este tipo de gestión identifican que no es suficiente centrar la atención en la investigación y el desarrollo, esperando que se generen mejoras en la eficiencia. Por esto dirigen sus investigaciones en el análisis del proceso completo de la innovación, desde la invención hasta la comercialización⁹. Se implementan técnicas como la prospectiva por método Delphi; además, se tratan temas como emprendimiento, innovación estratégica, intervención gubernamental, etcétera.

c. *Planeación tecnológica.* En este caso puede verse como una reacción al ambiente cambiante, el cual ya no se percibe como simple y estable. Se proponen entonces tres hipótesis para su desarrollo: (1) el incremento de la competencia, conduciendo a un aumento de gastos en investigación y desarrollo y una disminución en el ciclo del producto para obtener incrementos en la competitividad; (2) el progreso sostenible implica que el tiempo entre el descubrimiento y la aplicación debe disminuir progresivamente en el tiempo; y (3) se relaciona con las crisis que pueden obligar a un cambio radical en las tecnologías. A partir de estas hipótesis se hace evidente la creciente importancia otorgada a la tecnología como factor decisivo en la competitividad

⁹ En este caso se puede mencionar que la innovación es considerada como la resultante de la articulación entre la concepción, la invención y la explotación (Drucker citado por Drejer, 1997).

de las organizaciones. Este enfoque fue inspirado y orientado en los trabajos de Little y otros, involucrando un conjunto de herramientas como el análisis de portafolio tecnológico.

d. *Gestión tecnológica estratégica.* Su punto de partida fue el análisis de los problemas surgidos de los otros enfoques. El primero fue la velocidad de absorción de tecnologías relativamente bajas; las compañías de Japón, en comparación con su competencia en Europa y Estados Unidos lograban que las tecnologías fueran absorbidas e implementadas mucho más rápido. El segundo problema fue el del incremento de errores derivados de la implementación de tecnologías, las cuales no satisfacían las expectativas. En tercer lugar, se encontró un pobre manejo de las consecuencias sociales de la nueva tecnología; entonces, no se apreciaban las implicaciones estratégicas de los cambios tecnológicos en la gestión de negocios. Y por último, se identificó que la implementación de nuevas tecnologías se separaba de los cambios organizacionales. En respuesta a estas problemáticas surgieron tres corrientes en la investigación de la gestión estratégica tecnológica: (1) basada en tecnología, en la cual esta era vista como el punto de partida de la gestión estratégica; entre sus representantes se encuentran Bhalla (1987), Kidd (1991) y Bjarno (1993); (2) basada en tecnología y organización, que enfatiza en la importancia del recurso humano y medidas organizacionales para integrarlo con el desarrollo tecnológico, representada por Voss (1988), Bessant (1990), Henry y Walter (1991) y Sun (1993); y (3) la investigación integrada, en la cual se articula la tecnología a tendencias en el desarrollo de los negocios dentro de la gestión estratégica, aunque sin considerar asuntos organizacionales, donde sobresalen Whipp y Clark (1985), Dosi (1988), Juhl (1988) y Drejer (1994).

Pilkington y Teichert (2005) destacan el esfuerzo de Drejer por caracterizar la evolución que ha tenido la gestión tecnológica; sin embargo, plantean que al intentar enmarcar los puntos de vista de diferentes autores en relación con los orígenes y la evolución de cada enfoque, se evidencia cierta ambigüedad debido a lo específico de cada investigación y principalmente a su inusual alto grado de interacción con otras disciplinas. Lo anterior los motivó a realizar un estudio sobre los orígenes de la gestión tecnológica, usando datos de los artículos publicados en la revista especializada *Technovation*¹⁰, en el periodo comprendido entre 1996 y 2003, mediante el análisis de citación y cocitación,

10 De acuerdo con los autores, la selección de la revista *Technovation* obedeció a su prominencia en el campo de la gestión tecnológica a nivel mundial, amplia cobertura geográfica y fácil acceso, al estar incluida en la versión en línea del *SSCI (Social Science Citation Index)*.

lo cual evitó la subjetividad que puede generarse en una revisión de literatura. Como resultado de esta investigación se logró identificar a los principales autores en gestión tecnológica, las revistas más citadas en estos artículos y la bibliografía que ha dado soporte al desarrollo de tales trabajos (Tabla 1-2).

TABLA 1-2. AUTORES LÍDERES Y REFERENCIAS DE MAYOR RELEVANCIA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

Principales autores	Watanabe, C.; Carayannis, E. G.; Sohal A. S.; Griffy-Brown, C.; Nagamatsu, A.
Revistas más citadas	Research Policy Strategic Management Journal Technovation Harvard Business Review Journal of Product Innovation Management R&D Management International Journal of Technology Management California Management Review
Documentos más citados	Nelson, R., <i>Evolutionary Theory</i> (1982) Cohen, W., <i>Adm Sci Q</i> (1990) Nonaka, I., <i>Knowledge Creating C</i> (1995) Rogers, E., <i>Diffusion Innovation</i> (1962) Porter, M., <i>Competitive Adv Nati</i> (1990) Prahalad, C., <i>Harvard Bus Rev</i> (1990) Porter, M., <i>Competitive Strategy</i> (1980) Von Hippel, E., <i>Source Innovation</i> (1988) Dosi, G., <i>Res Policy</i> (1982) Freeman, C., <i>Ec Ind Innovation</i> (1974)

Fuente: Pilkington y Teichert (2005)

La revisión realizada por Pilkington y Teichert (2005) de los autores y las revistas con mayor frecuencia, junto con el análisis de redes sociales formadas a partir de co-citaciones, les permitió establecer que las publicaciones se concentran en temas como la interacción entre organizaciones, conocimiento, recursos y estrategia, investigación empírica a través del análisis de patentes y el estudio de casos. A partir de estos análisis los autores establecen que la gestión tecnológica está compuesta de por lo menos siete diferentes subcampos:

a. *Estrategia y Tecnología*. Estos dos aspectos se encuentran en el corazón de la gestión tecnológica. Muchos documentos en este grupo discuten la necesidad y el valor de la innovación, siendo parte de las estrategias claves

de las empresas, sin dar mayores detalles sobre las estrategias particulares y su posible aplicación en otros entornos, implicando, además, que pueden ser tan solo planteamientos teóricos. Una muestra de los documentos en este caso incluye los trabajos clásicos de Quinn (1992), Schon (1991), Mintzberg (1991), Porter (1990), Nelson (1982), Cyert (1963), Teece (1997), Rogers (1962) y Parlad (1990).

b. Sistemas nacionales. El segundo grupo de documentos está relacionado con políticas tecnológicas provenientes de un rango de disciplinas, tales como economía y comportamiento de las organizaciones, usando para ello una variedad de métodos cuantitativos para medir y analizar el impacto en los sistemas nacionales de patentes y procesos de innovación. Algunos autores que han escrito sobre esto son: Freeman (1995), Archibugi (1992), Pavitt (1988), Dosi (1988) y Lundvall (1992).

c. Fuentes de estrategia competitiva. En este grupo se analizan también estrategias de acompañamiento. Los artículos cubren un rango de ideas y desarrollos más cercanos en el tiempo, basados en la generación y el fortalecimiento de competencias, aunque un gran número de artículos están dirigidos a la aplicación de recursos. Autores que trabajan en estos temas: Hall (1992), Wernerfelt (1984), Stalk (1992) y Barney (1986).

d. Manufactura/operaciones. En este caso son abordados los sistemas específicos y aspectos operacionales del ciclo de la gestión tecnológica, gestión de operaciones y desarrollos de nuevos productos. Estos documentos tienden a ser muy prácticos en sus perspectivas, haciendo uso frecuentemente de análisis comparativos como base de sus recomendaciones. Este enfoque se atribuye a autores como Hayes (1984), Hill (1994), Bessant (1993) y Womack (1990).

e. Gestión del conocimiento e inventores. Toma una unidad de análisis original, comparando los enfoques entre sí de los campos anteriores en la organización. Los artículos, en general, analizan experiencias individuales y puntos de vista relacionados con la gestión del conocimiento. Aquí predominan temas basados en la evaluación de recursos tangibles e intangibles, junto con elementos sociales y psicológicos. Autores de este grupo son: Weick (1979), Nonaka (1995), Piore (1984) y Kogut (1992).

f. Patentes. El sexto factor es el único en el análisis que no se relaciona con una determinada perspectiva teórica de la gestión tecnológica, pero es un camino particular de medir las patentes; específicamente estos estudios se enfocan en el análisis de la competitividad de una empresa identificando

diferencias nacionales e internacionales. Jaffe (1986), Cohen (1990), Griliches (1984) y Watanabe (1995) son representantes de este enfoque en la investigación en gestión tecnológica.

g. Ciclos de vida/cambio/discontinuidad. El elemento común de los documentos asociados a este subcampo radica en el interés sobre los ciclos de vida de los productos y las tecnologías, así como en los periodos de transición asociados al cambio tecnológico. Son importantes trabajos con enfoque emergente como el de la discontinuidad, de Anderson (1990), así como los de autores como Pavitt (1987) y Tushman (1986). También se encuentran artículos basados en el enfoque tradicional de gestión del cambio, de autores como Schumpeter (1942), Abernathy (1985) y Utterback (1975).

Por otro parte, Liao (2005) realizó un análisis de la reciente evolución de la gestión tecnológica tomando el periodo 1995-2003 también en la revista *Technovation*. Como resultado, logró identificar ocho categorías de metodologías de gestión tecnológica, (Tabla 1-3) que han tenido el mayor desarrollo e implementación durante la última década.

TABLA 1-3. METODOLOGÍAS EMPLEADAS ACTUALMENTE PARA EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

Metodologías	Aplicaciones
Marco general de la gestión tecnológica	Manufactura integrada por computador, gestión de proyectos de construcción, reingeniería de procesos de negocio, valoración de proyectos, diseño de productos, manejo de desastres espaciales, evaluación de tecnología, diseño de procesos, diseño de ingeniería, gestión del conocimiento
Investigación general y en políticas	Manejo de pacientes, gestión de sistemas de investigación y desarrollo, evaluación de tecnología, gestión hospitalaria, desarrollo de nuevos productos, investigación en políticas gubernamentales, gestión de riesgos, gestión y políticas de calidad del agua, diseño de alimentos, gestión de la cadena de suministro, gestión de energía
Sistemas de información	Gestión de recursos hídricos, archivo y asignación de carga de trabajo, gestión del cuidado de la salud, manejo de emergencias, gestión ambiental, desarrollo de aplicaciones de sistemas distribuidos, gestión de datos de producto, redes de información de manufactura, milicia, diseño y modelos de hipermedios, aplicación de herencia, desarrollo de sistemas en la industria del cable, gestión de redes y sistemas, diseño de producto, manejo de residuos, auditoría de cómputo, gestión de proyectos, desarrollo de sistemas en Pymes, diseño y desarrollo de sistemas, evaluación de riesgo, adquisición de datos, comportamiento del cliente, <i>marketing</i>

Metodologías	Aplicaciones
Tecnologías de información y comunicaciones	Soporte a decisiones, desarrollo de nuevos productos, aprendizaje organizacional, memoria organizacional, cadena de suministro, gestión de transporte, integración de conocimiento, ontología, manejo de flujos de trabajo, generación de programas, gestión médica, gestión de datos de producto, diseño de hipermedios, comercio electrónico, empresas virtuales, sistemas automáticos, desarrollo de sistemas de información
Minería de datos	Sistemas de manufactura, manejo de ecosistemas, operaciones eficientes y seguras, ingeniería geológica, gestión ambiental y de recursos naturales
Inteligencia artificial y sistemas expertos	Agricultura, gestión de producción, educación, gestión de residuos, gestión del conocimiento, programación de fuentes electrónicas de poder, gestión de construcciones, gestión financiera, gestión de tareas, mantenimiento de sistemas, análisis y manejo de crímenes, diseño ergonómico, ingeniería acuícola, diseño de sistemas de molienda, marketing, evaluación de créditos, diseño de metodologías, búsqueda en catálogos, gestión de energía, gestión de recursos hídricos
Modelamiento	Gestión de producción, enrutamiento de flexibilidad, ingeniería marina, tratamiento de residuos líquidos, seguimiento de problemas, gestión de la calidad del agua, desarrollo de producto, sistemas de manufactura flexible, gestión ambiental, reingeniería de procesos de negocio, gestión de energía, gestión ecológica, gestión de tráfico, procesos químicos, enrutamiento de vehículos, gestión de recursos naturales, análisis de errores, asignación de empleos, gestión de la cadena de suministro, planeación de mercancías, fijación de precios en telecomunicaciones, manejo de residuos, procesos de manufactura, diseño de planta, planeación de capacidad, evaluación de compras, gestión de activos, gestión de viajes, gestión de riesgos, gestión del cuidado de la salud, procesos térmicos, metodología de diseño
Bases de datos	Modelamiento jerárquico, refinamiento del conocimiento, aprendizaje de máquinas, análisis de errores, representación de conocimiento, descubrimiento de conocimiento, ontología, diseño de bases de datos, reuso de conocimiento, repositorios de conocimiento, geociencias, aplicaciones <i>web</i>

Fuente: adaptado de Liao (2005)

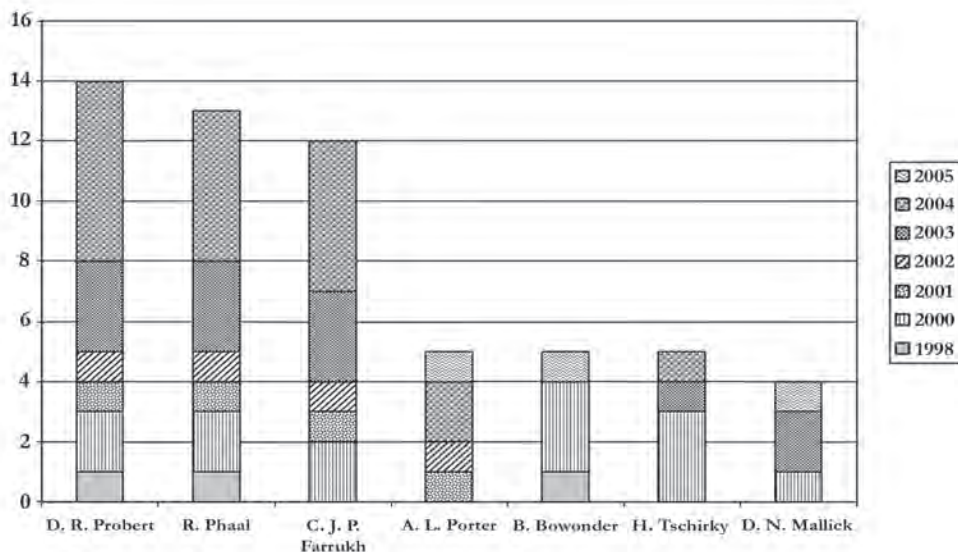
De manera coincidente con lo planteado por Liao, se encontró en un estudio cuantitativo¹¹, contemplando el período de análisis entre 1998-2006 con la

11 Llevado a cabo por el Grupo de Investigación y Desarrollo BioGestión, de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, coordinado por el autor del presente libro, realizado en el 2005.

base de datos Scopus®, que se ha dado continuidad en la investigación relacionada con sistemas de información, con el consecuente auge en tecnologías de información y sistemas inteligentes (inteligencia artificial, por ejemplo). Llama la atención que en este estudio, realizado con revistas especializadas en gestión tecnológica, el número de los artículos directamente asociados con esta temática ha aumentado, mientras que la frecuencia de los temas relacionados específicamente con gestión del conocimiento ha disminuido aparentemente. Probablemente lo anterior se debe a que la gestión del conocimiento se ha consolidado como una disciplina independiente y ya existen publicaciones especializadas en el tema, lo cual hace que su relevancia en revistas como *Technovation* ahora sea menor.

Entre los autores más relevantes en el período analizado (Figura 1-9) se encuentran Phaal, Farrukh y Probert, quienes han desarrollado sus trabajos sobre herramientas de gestión tecnológica y recientemente en *roadmapping*. Alan Porter se destaca por su trabajo en el análisis de tecnologías, usando técnicas de bibliometría y minería de datos, así como de exploración de futuros.

FIGURA 1-9. AUTORES CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES EN GESTIÓN TECNOLÓGICA



Fuente: Universidad Nacional de Colombia, Sinab, cálculos basados en la información de la BdD: Scopus®; cobertura 1998-09/05/2005, *software* de análisis Microsoft Excel®

Por su parte, Bowonder y Tschirky han desarrollado aplicaciones de la gestión tecnológica en el sector empresarial. Mientras, Mallick se ha enfocado en el análisis de los factores críticos en la formación de profesionales emprendedores para la gestión tecnológica.

Finalmente, debe mencionarse que tanto en los estudios de Liao como en los realizados por el autor de este libro con los datos de la base Scopus®, a diferencia de lo que se podría pensar a partir de enfoques tradicionales e inerciales sobre el desarrollo de la gestión tecnológica (que la enmarcan en limitados conceptos como los de innovación y transferencia), dicha disciplina está evolucionando continuamente con gran auge y diversidad de temas, tanto en aspectos teóricos como en la generación de nuevas herramientas y la definición de nuevos escenarios para su aplicación.

1.3.2 *Etapas de la gestión tecnológica en Latinoamérica*

Al afrontar la rápida evolución de la gestión tecnológica, las empresas han requerido de una alta capacidad para adaptarse y hacer frente a los permanentes y acelerados cambios que vive la tecnología en campos como la informática, los sistemas, las telecomunicaciones y la biotecnología. De hecho, la capacidad para desarrollar y utilizar nuevas tecnologías ha sido signo de la industrialización de los países avanzados (Solleiro, 1988). Sin embargo, actualmente diversos factores del entorno productivo demandan un renovado énfasis en la gestión efectiva de la tecnología y una revisión de las técnicas tradicionales. Algunos autores (Bernal y Laverde, 1995; Caires, 2003) coinciden en plantear que la evolución de la gestión tecnológica en países con economías emergentes del hemisferio está enmarcada básicamente en cuatro etapas:

a. La primera etapa ocurrió entre 1949 y 1960, y se enfocó en la administración de la ciencia y la tecnología a través de políticas públicas. La idea era que con la creación de centros de ciencia en Latinoamérica se esperaba un desarrollo de la tecnología y por tanto de las naciones. Una de las características relevantes de esta etapa es el surgimiento de inventores individuales que desarrollaban tecnología espontáneamente como resultado de su originalidad y curiosidad científica.

b. En la segunda etapa (1960 a 1980) se formularon políticas de ciencia y tecnología y se fortaleció la investigación al contarse con mejor infraestructura y formación académica. En esta etapa, además, se comenzó a hacer énfasis en la marginalidad y dependencia tecnológica de los países menos desarrollados.

Así mismo, se resalta el surgimiento de la unidad de investigación y desarrollo en las organizaciones, a partir de la profesionalización de las actividades de investigación, la adopción del concepto de proyecto y el establecimiento de grupos de investigación. La gerencia de la empresa se preocupó por la investigación y le dio importancia a su desarrollo. En este periodo de la gestión tecnológica se encuentra el impacto logrado a través de actividades de planeación estratégica de la tecnología, buscando involucrar de forma directa el factor tecnológico con la estrategia competitiva de la empresa.

c. *La tercera etapa* se desarrolló entre 1980 y 1995, y se caracterizó por concebir a la gestión tecnológica como sistema y proceso de aprendizaje, dando estímulos a la innovación para generar conocimiento y competitividad. Así, se consiguió un acortamiento en el ciclo de innovación con base en la coordinación de tecnologías, clientes, competidores y estructura social interna de la organización. De igual forma se desarrollaron y fortalecieron diversos esquemas para los procesos de transferencia de tecnología e innovación tecnológica; a raíz de ello, la atención se enfocó en la protección de la propiedad industrial a través del empleo de patentes.

d. En *la etapa actual* la gestión de la información y su transformación en conocimiento útil para la empresa son tareas importantes que deben tenerse en cuenta dentro de la gestión organizacional. Esto es lo que se conoce como gestión del conocimiento (Madrid, 2001). De esta forma, se han involucrado en la gestión tecnológica nuevos conceptos para el contexto latinoamericano y se ha buscado la implementación de instrumentos como el *benchmarking*¹², la prospectiva tecnológica¹³, el mapeo y la vigilancia tecnológica¹⁴, *el forecast*, *el roadmapping*, entre otros, a fin de que la información sea manejada de forma óptima y genere conocimiento como pilar para la toma de decisiones.

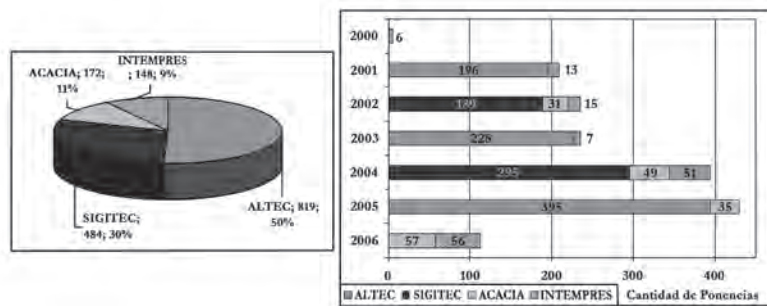
12 El *benchmarking* puede entenderse como un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos, que son reconocidos como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar aprendizaje organizacional y tecnológico (Spendolini, 1994).

13 La prospectiva tecnológica es un proceso sistemático de penetrar en el futuro a largo plazo de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad, con objeto de identificar escenarios y la aparición de tecnologías genéricas que puedan rendir mayores beneficios económicos y sociales (Martín, 2003).

14 El mapeo tecnológico realiza análisis de la evolución de un sector concreto, tomando como base la información contenida en las patentes publicadas a nivel mundial durante un tiempo determinado. Esta es una de las actividades de la vigilancia tecnológica, la cual toma en cuenta una variedad más amplia de fuentes de información, de acuerdo con Palop y Vicente (1999).

Este comportamiento en la etapa actual, que evidencia un fuerte enfoque en la gestión del conocimiento y la implementación de nuevas herramientas de gestión, se puede verificar a través de un análisis de las tendencias en investigación en algunos de los eventos más importantes de gestión tecnológica de América Latina, tales como el Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec, que se lleva a cabo cada dos años; el Simposio de Gestión de Innovación Tecnológica, Sigitec, que se realiza en Brasil y es bianual; el Congreso Anual de Investigación en Ciencias Administrativas Acacia, cuya sede es México; y el Taller Internacional sobre Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa, Intempres, que se realiza anualmente en Cuba¹⁵. En estos eventos, durante el período 2000 a 2006, tal como se detalla en la Figura 1-10, se ha dado un aumento progresivo a través de los años en el número de ponencias participantes, evidenciando una tendencia al incremento de investigaciones relacionadas con la gestión tecnológica.

FIGURA 1-10. PONENCIAS REGISTRADAS EN LOS EVENTOS MÁS IMPORTANTES DE GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LATINOAMÉRICA

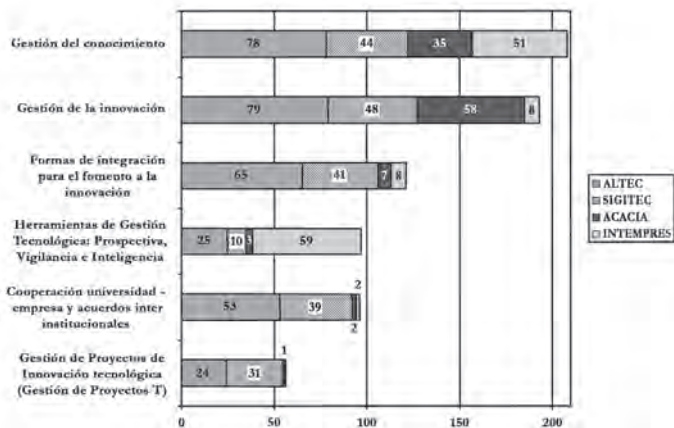


Fuente: Universidad Nacional de Colombia, cálculos basados en la información de los eventos: Altec, Acacia, Sigitec e Intempres; cobertura 2000- 2006, *software* de análisis Microsoft Excel®

Las ponencias de dichos eventos se enmarcan fundamentalmente en nueve temáticas, las cuales se despliegan en la Figura 1-11 y se abordan a continuación:

15 Para este caso se revisaron las memorias de: Altec en los años 2001, 2003 y 2005; Sigitec en 2002 y 2004; Acacia en 2002, 2004, 2005 y 2006; e Intempres en 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2006. En total, se trabajó con 1.623 ponencias de estos cuatro eventos.

FIGURA 1-11. PRINCIPALES TEMÁTICAS DE LAS PONENCIAS EN EVENTOS SOBRE GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LATINOAMÉRICA



Fuente: Universidad Nacional de Colombia, cálculos basados en la información de los eventos: Altec, Acacia, Sigitec e Intempres; cobertura 2000- 2006, *software* de análisis Microsoft Excel®

a. *Gestión del conocimiento*. Es el área que más agrupa trabajos, en especial en los seminarios de Altec. Esta temática gira en torno a los procesos de implementación de este tipo de gestión en las organizaciones, el desarrollo de sistemas de gestión de conocimiento que implican apropiación, generación y transferencia de este factor, organizaciones basadas en conocimiento y manejo del capital intelectual. Los países donde se trabaja con mayor frecuencia en gestión del conocimiento son Brasil con el 47% de las publicaciones, México con el 23%, Cuba con el 13% y Colombia con el 4% de las ponencias sobre el tema durante el periodo analizado.

b. *Gestión de la innovación*. Los eventos de Acacia y Altec son los que más concentran las publicaciones relacionadas con esta temática, que abarca temas como: modelos de planeación de la innovación; sistemas de gestión de investigación y desarrollo en las organizaciones, especialmente en Pymes; estrategias tecnológicas; la administración de las tecnologías; las metodologías de diagnóstico tecnológico y empresarial; y un aspecto que ha tomado creciente interés: las tecnologías de la información TIC como soporte de la actividad innovadora. Brasil aparece una vez más como el país con mayor producción en este campo, seguido de México, Colombia y Venezuela. En aspectos relacionados con las TIC el liderazgo lo tiene México, seguido de Colombia y Cuba.

c. *Formas de integración para el fomento a la innovación*. Esta temática ha tenido tal importancia en los eventos de la región que fue necesario considerarla

como un tema independiente a la gestión de la innovación. El tema ha sido abordado principalmente en Altec, aunque también ha sido representativo en los otros eventos. Se abordan temas como: aglomerados productivos, acuerdos de cooperación, *clusters*, *miniclusters*, arreglos productivos, modelos de incubadoras de empresas y parques tecnológicos. Brasil se posiciona como el país con más publicaciones al respecto; le siguen México, Argentina, Venezuela y Colombia.

d. Herramientas en gestión tecnológica: prospectiva, vigilancia e inteligencia. Es el segundo campo temático de mayor relevancia en Latinoamérica, siendo en Intempres el evento donde se han presentado con mayor frecuencia los trabajos en estos temas. Abarca estudios de prospectiva tecnológica en contextos específicos, al igual que casos de vigilancia tanto tecnológica como comercial. El mayor peso lo presentan las ponencias relacionadas con inteligencia competitiva, inteligencia tecnológica e inteligencia comercial y empresarial. Los países donde se ha presentado la mayor cantidad de trabajos en esta temática son Cuba y Brasil, con un 34% y 25% del total de los trabajos publicados, respectivamente; mientras que México y Colombia tienen una participación moderada, con un 17% y 9% de las publicaciones sobre el tema, respectivamente.

e. Cooperación universidad–empresa y acuerdos interinstitucionales. Altec se constituye en el evento con más ponencias relacionadas en esta tercera temática. Los artículos se centran en el trabajo conceptual de la interacción universidad–empresa, las estrategias y estructuras organizacionales necesarias para lograr dicha cooperación, se plantean modelos y metodologías para su desarrollo y se establecen condiciones de éxito y factores facilitadores, al igual que se analiza el flujo de conocimiento en este tipo de interacción. Sobresalen de manera especial el número de trabajos publicados en esta temática por Brasil, con un 65% de las ponencias relacionadas con el tema, seguido de lejos por México, Venezuela y Colombia.

f. Gestión de proyectos de innovación tecnológica. En el cual se encuentran trabajos que se refieren a la organización, estructuración, gerencia y evaluación de proyectos tecnológicos; también se describen modelos de gestión de proyectos, herramientas para el manejo de los mismos y características de los profesionales que participan en proyectos de innovación. El evento con mayor número de artículos sobre el tema es Sigitec, por lo cual Brasil, en donde se efectúa dicho evento, tiene la mayor producción en esta temática, aunque México y Chile también tienen una importante participación a nivel de publicaciones.

De estas seis temáticas, que son las registradas en los eventos con mayor actividad, los de gestión del conocimiento, gestión de la innovación y formas de integración para el fomento a la innovación han tomado una gran importancia y podrían considerarse como temas crecientes por su evolución en el período analizado. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el análisis cuantitativo a nivel mundial permiten concluir que Latinoamérica presenta una dinámica similar a la que ocurre en los países desarrollados, en donde la gestión del conocimiento y la gestión de la innovación también aparecen como áreas crecientes en el periodo comprendido entre 1998 y 2006. Además se observa un crecimiento leve en aspectos como herramientas de gestión tecnológica, al igual que en cooperación universidad–empresa y acuerdos interinstitucionales, lo que señala un interés permanente de los investigadores latinoamericanos en estas temáticas, las cuales resultan fundamentales para el desarrollo y fortalecimiento de capacidades en gestión tecnológica en la región.

El anterior estudio que tomó como referencia las ponencias en eventos latinoamericanos, se complementa con un análisis efectuado por Sbragia *et al.* (2003) con base en las ponencias presentadas en los eventos de Altec y Sigitec con una cobertura más amplia (se analiza el período comprendido entre 1985 y 2002), el cual se centró en la evolución de la disciplina de política y gestión de la innovación tecnológica en el contexto de la cooperación entre Latinoamérica y la Península ibérica. El estudio concluyó que las temáticas relacionadas con políticas y gestión de la innovación tecnológica han ganado fuerza, especialmente en la última década. Los autores brasileños, mexicanos y españoles, procedentes principalmente de instituciones académicas y con formación de administradores, ingenieros y economistas, son quienes han participado en mayor medida en los eventos analizados, indicando que este campo se ha tornado cada vez más multidisciplinario, interesando a profesionales de diversas áreas, incluso la sociología y las tecnologías de la información. También se resalta el hecho de que las regiones con un menor grado de desarrollo (Perú, Bolivia, Ecuador, en el caso de Altec; el norte de Brasil en el caso de Sigitec) han tenido una participación muy baja en este tipo de encuentros.

La Figura 1-12 detalla las áreas temáticas en las que más se han presentado ponencias en los eventos analizados por Sbragia entre 1985 y 2002. El trabajo en estas temáticas, relacionadas con la gestión tecnológica específicamente en lo referente a innovación, progresivamente tiende a desarrollarse en equipos o incluso en redes, puesto que, de acuerdo con el estudio referenciado, en los encuentros más recientes se observa un marcado aumento de trabajos

presentados por varios autores, no solo de misma región geográfica sino procedentes de diferentes países, lo que muestra la participación creciente en redes cooperativas, característica del contexto de la producción de ciencia y tecnología.

FIGURA 1-12. PRINCIPALES ÁREAS DE INVESTIGACIÓN EN POLÍTICAS Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



Fuente: Sbragia *et al.* (2003).

Estos estudios revelan que la disciplina de gestión e innovación tecnológica se ha fortalecido a pesar de los requerimientos de un área típicamente interdisciplinaria y con un alto grado de especialización. El reto actual en la región referente al desarrollo de la gestión tecnológica es planteado principalmente en función de analizar y evaluar las implicaciones del surgimiento de la *economía del conocimiento* a nivel organizacional, lo cual implica desarrollar la capacidad que tenga el aparato productivo para adoptar, absorber, crear y aplicar nuevo conocimiento con el objeto de sobrevivir en un entorno cambiante e impredecible. Entre estas implicaciones se pueden resaltar: (1) el desarrollo de nuevos enfoques para la satisfacción de las necesidades y deseos del cliente (cada vez más dinámicos); (2) repensar las relaciones y transacciones no solo entre la organización y sus clientes/proveedores sino también con otros tipos de organizaciones, incluyendo aquellas que potencialmente serán sus competidoras; y (3) probablemente se requerirá un cambio al paradigma basado en redes de conocimiento y empresariales, que define la creación de valor más allá de las tradicionales cadenas de valor interno y las cadenas

de abastecimiento y suministro coordinadas con proveedores y clientes, respectivamente.

Durante los últimos doscientos años la economía neoclásica ha reconocido solo dos factores de producción: el trabajo y el capital. El conocimiento, la productividad, la educación y el capital intelectual fueron estimados hasta hace unos años como factores exógenos a los fenómenos económicos (ITAG, 1999). Actualmente el *conocimiento* es considerado como impulsor de la productividad y el desarrollo económico, por lo cual resulta muy interesante definir el papel de la información, la tecnología y el aprendizaje en la economía, lo que a su vez ha llevado a hablar de la economía basada en el conocimiento (*knowledge-based economy*) (OECD, 1996). La pregunta que asalta inmediatamente es: ¿qué es una economía del conocimiento o basada en conocimiento? En términos del Departamento de Industria y Comercio del Reino Unido (UKDTI, 1998) una *economía del conocimiento* es aquella en la cual la generación y explotación de conocimiento juega el papel principal en la generación de riqueza.

Un sinnúmero de implicaciones tendrá el desempeño de las organizaciones en este nuevo entorno. En la Tabla 1-4, se muestra cómo Savage (1996) identifica un conjunto de diferencias a distintos niveles que distinguirán el paso de las organizaciones de la era industrial a la era del conocimiento.

A la par del conocimiento, el concepto de *inteligencia*¹⁶, mencionado cada vez con mayor frecuencia en la literatura actual como elemento integrador en la gestión, ha tomado bastante relevancia en los procesos de mejoramiento estratégico y tecnológico de las organizaciones. Porter (1990) señaló que ya a comienzos de los años ochenta se identificaba la importancia de un análisis profundo de la competencia en el diseño de la estrategia de la empresa, recomendando el empleo de sistemas formalizados de inteligencia. Entre los tipos de inteligencia que comienzan a implementarse está la competitiva, concepto relativamente nuevo que busca incorporar la mejor información del entorno externo de la empresa o del sistema analizado para convertirla en un producto inteligente de toma de decisiones. En el capítulo 3 se ilustra la incidencia de este criterio, aplicado en el desarrollo tecnológico en diferentes niveles de complejidad organizacional.

16 La inteligencia es una herramienta que permite atender los fines estratégicos de la organización, vinculando el conocimiento que esta tiene con sus decisiones y actuaciones, por lo cual trasciende la simple observación del entorno.

TABLA 1-4. ATRIBUTOS QUE CARACTERIZAN LA ERA INDUSTRIAL Y LA ERA DEL CONOCIMIENTO

Era Industrial	Era del Conocimiento
Orden y estabilidad	Caos, fluidez y cambio constante
Burocracia/jerarquía	Redes de conocimiento/comunidades de conocimiento
Límites organizacionales	Interconexiones (internas y externas)
Procesos rutinarios	Procesos complejamente interactivos
Actividades secuenciales	Actividades paralelas o simultáneas (ingeniería concurrente)
Estructuras predefinidas	Autoorganización
Mando y control	Enfoque, empoderamiento, coordinación
Comunicación vertical	Comunicación multidireccional
Instrucción/discusión	Creación de conocimiento a través del diálogo
Adición de valor	Cocreación de valor
Desconfianza	Confianza
Lo conocido	Incertidumbre
Aversión al riesgo	Tolerancia al riesgo
Linealidad	No linealidad
Habilidades individuales	Competencias y conocimientos
Trabajos específicos	Trabajo en equipo/capacidades de colaboración
Cumplimiento	Innovación
Problemas	Oportunidades
Satisfacción	Significancia

Fuente: adaptado de Savage (1996)

1.3.3 La gestión tecnológica en Colombia

A nivel de país, si bien no ha sido estricto el cumplimiento de las cuatro etapas de la gestión tecnológica mencionadas anteriormente para el contexto global de la región latinoamericana, sí se han presentado características similares en su desarrollo. A continuación se ilustra por fases el desarrollo de la temática en el contexto colombiano. Hace aproximadamente dos décadas, cuando se inició la *primera fase* del desarrollo de la gestión tecnológica a nivel

nacional, se estudiaba la innovación, transferencia, negociación y apropiación de tecnologías como eje fundamental de la disciplina. A comienzos de los años noventa, se estableció, mediante la Ley de ciencia y tecnología, el apoyo por parte del Estado a la investigación científica y el desarrollo tecnológico, y se consolidaron los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación. En Colombia, por esta época, se destacaron autores y expertos en gestión tecnológica en lo relativo a innovación y transferencia como Francisco Javier Mejía, Lucila Bueno, Pedro Amaya y Julio Mario Rodríguez, entre otros, quienes además, fueron los precursores de las asociaciones Colombiana y Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica, Acoltec y Altec, respectivamente.

Más adelante, en una *segunda fase*, se comenzó a analizar la dimensión meso de la gestión tecnológica, con la búsqueda de competitividad regional y la integración de cadenas productivas, con el auge de las propuestas conceptuales y metodológicas desarrolladas diez o quince años atrás por autores como Drucker y Porter¹⁷. También en esta fase se originaron o fortalecieron diversos programas de formación académica en gestión y gerencia de tecnología a nivel de maestría (Pontificia Universidad Bolivariana) y especialización (Escuela de Administración de Negocios, Universidad de los Andes, Universidad de la Sabana, Pontificia Universidad Javeriana).

En la *tercera fase*, que actualmente se desarrolla, cabe resaltar la creación de los programas nacionales de Prospectiva Tecnológica e Industrial, y de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad, ambos en el Instituto Colombiano para el Fomento de la Ciencia y Tecnología - Colciencias; el Premio Nacional a la Calidad, el Premio Colombiano a la Innovación Tecnológica Empresarial para Mipymes, Innova, entre otros, que muestran la importancia estratégica que han tomado estos aspectos para el desarrollo industrial y económico del país. Así mismo, la percepción local e incluso en las diferentes regiones que componen el país, que se tiene de tecnología, es cada vez más amplia, relacionándola e involucrándola con aspectos del conocimiento, la investigación, la producción, la comercialización, el mercado, el desarrollo regional, la estrategia empresarial, entre otros. Una de las principales consecuencias de lo anterior ha sido la creciente especialización del conocimiento en el sistema nacional productivo, lo cual conlleva a que en las empresas y la industria se involucre profesionales

17 Según Porter (1992), la tecnología está contenida en cada actividad generadora de valor de la empresa y su importancia es tanto más relevante cuanto más influencia tenga en las ventajas competitivas o en la estructura del sector industrial en el que se sitúa la empresa, pudiendo contribuir a la creación o destrucción de las barreras de entrada al mismo.

con competencias y capacidades tecnológicas. Así por ejemplo, ya a finales de la década pasada el autor nacional Mejía (1998), catedrático en varias universidades, proponía que ..«*la empresa colombiana debe tener un marco de gestión eficaz, teniendo claridad en su misión y visión, logrando precisar su papel en la industria, en el país y a nivel mundial, valorando el aporte que hace la tecnología y la manera en que esta motiva y crea nuevas formas de realizar los procesos o actividades, desglosando, analizando y comprendiendo el papel que ella juega y las relaciones que sostiene con otras variables claves para el funcionamiento organizacional*».

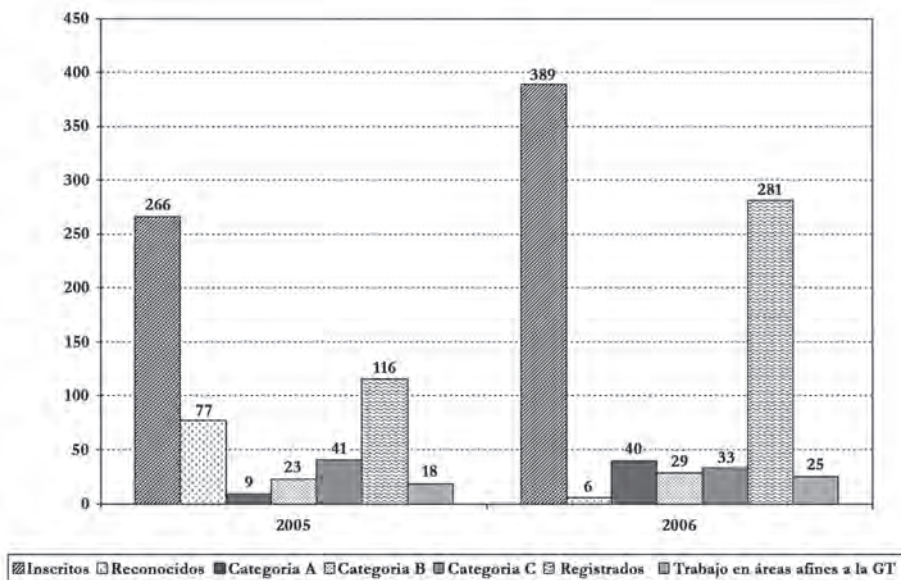
Como antes se mencionó, durante los últimos años en Latinoamérica se han implementado herramientas novedosas en gestión tecnológica, aunque de manera no muy generalizada. En el país la inserción de estas herramientas muestra un atraso respecto al promedio de los países líderes de la región: Brasil, Argentina, México y Chile. Sin embargo, la apertura económica y la consecuente entrada de productos que se presentan de forma atractiva por sus características y precio, llevaron a los consumidores colombianos a preferir bienes importados. Ante esto, las empresas nacionales se vieron abocadas a competir con productos de las mismas características pero con un precio relativamente bajo, y para ello han comprendido la necesidad de aplicar nuevos instrumentos de desarrollo tecnológico y empresarial, recurriendo en algunos casos, por ejemplo, a la realización de estudios de referenciación competitiva. Algunas de las organizaciones que han desarrollado ejercicios de *benchmarking* son ACES, Ecopetrol y Carvajal.

En el caso de la prospectiva tecnológica, han sido diversos los estudios desarrollados en Colombia, tanto en el entorno académico (Universidades Nacional, Externado, del Cauca) como en el empresarial (en gremios como el lechero, el avícola, el sector floricultor y el metalmecánico). En general, se han llevado a cabo por instituciones académicas o relacionadas directamente con la ciencia y la investigación. Una falencia recurrente en la mayoría de estos ejercicios radica en la poca o nula inclusión de los agentes que toman decisiones, lo cual ha llevado a que tales estudios no logren un impacto tangible y medible. No obstante, recientemente se han logrado mejores resultados involucrando de manera más activa a los empresarios y dirigentes gremiales, como en el caso de los estudios que son referenciados en el acápite 3.3.2.

A nivel de los grupos de investigación en gestión tecnológica, los cuales deben posicionarse como un motor impulsor y promotor en la generación de conocimiento e implementación de herramientas de gestión, se encuentra que en el país ha tomado gran relevancia el proceso de consolidación en este

tipo de temáticas. En las convocatorias de grupos realizadas en los últimos años por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología “Francisco José de Caldas”, Colciencias, se ha notado un aumento acelerado en el número de grupos de investigación cuyo programa principal corresponde al Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad (en el cual se ubican los grupos estrechamente relacionados con la gestión tecnológica, entre otras temáticas); nada más entre los años 2002 y 2005 el número de grupos inscritos en este programa aumentó en un 68%. En la Figura 1-13 se establece un comparativo de los grupos que se presentaron en las convocatorias de 2005 y 2006 en dicho programa, evidenciándose un aumento del 11% de los grupos reconocidos o categorizados que trabajan en gestión tecnológica¹⁸.

FIGURA 1-13. GRUPOS CUYO PROGRAMA PRINCIPAL ES EL PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. INDUSTRIAL Y CALIDAD



Fuente: Colciencias, cálculos basados en la información de la BdD: ScienTi; cobertura 2005-2006, *software* de análisis Microsoft Excel®

18 La información presentada se obtuvo en la Red ScienTi de Colciencias (www.colciencias.gov.co/scienti) con los resultados de las convocatorias de 2002 y 2004 (esta última se modificó en 2005 con la categorización de grupos). La información más reciente se tomó de la categorización de grupos efectuada en 2006.

La consulta de datos en la base de datos ScienTi permitió evidenciar, además, que la consolidación de muchos de los grupos que trabajan en gestión tecnológica en el país es reciente, puesto que sólo registraron su producción en la más reciente convocatoria de Colciencias, realizada en el 2006, de ahí que el número de grupos categorizados haya aumentado considerablemente. Así mismo, se aprecia que, en general, existe una tendencia creciente en la productividad de estos grupos, que corresponde principalmente a la publicación de artículos, ponencias y libros, junto con la ejecución de proyectos de investigación y extensión.

Por otra parte, fue posible realizar un análisis del número de trabajos académicos en gestión tecnológica registrados por las diferentes universidades. Para dicho propósito se consultaron¹⁹ los catálogos bibliográficos de treinta y cinco universidades del país a través del portal del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia (www.sinab.unal.edu.co). A nivel general, tal como se muestra en la Figura 1-14, se presentó un aumento significativo en el número de trabajos de grado relacionados con gestión tecnológica a partir de 1993; sin embargo, no se observa una continuidad de esta tendencia. De un total de veinte universidades se reportaron 147 trabajos de grado relacionados con la gestión tecnológica, siendo la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín la que cuenta con la mayor producción, seguida por la Escuela de Administración de Negocios – EAN en Bogotá y la Universidad del Valle.

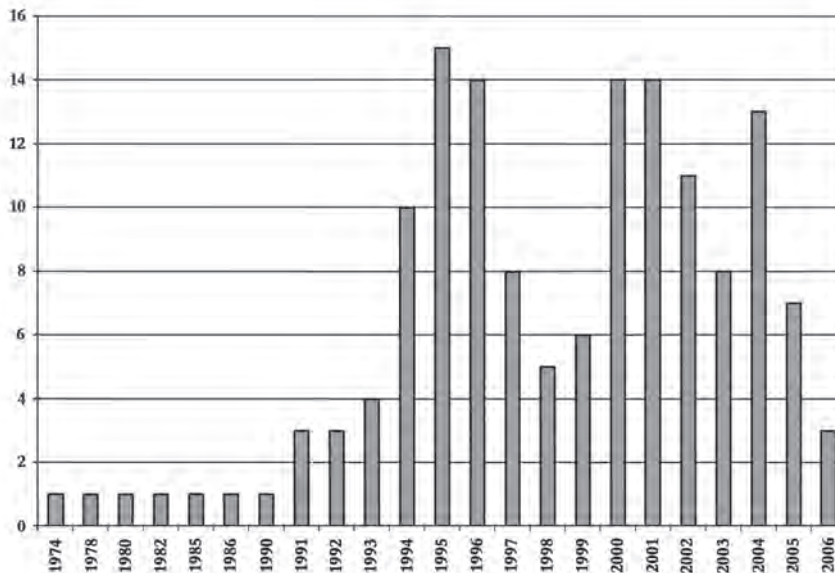
En general, se verifica la tendencia de un aumento en los trabajos en gestión tecnológica en los últimos años, los cuales se han desarrollado en tres áreas del conocimiento concretas: la gestión tecnológica propiamente dicha (maestría en gestión tecnológica y especialización en gerencia de tecnología), la administración de empresas tanto en pregrado como en posgrado, y la ingeniería, especialmente en pregrado (industrial, de sistemas, electrónica, química, eléctrica y mecánica).

1.3.4 Brechas en gestión tecnológica

La Figura 1-15 permite observar la evolución que ha tenido la gestión tecnológica en el ámbito de los países desarrollados de manera comparativa con Latinoamérica y, particularmente, con Colombia. Se aprecia que, a pesar

19 La búsqueda se efectuó con las palabras “gestión tecnológica” en los campos título, tema o materia y se limitó a trabajos de grado.

FIGURA 1-14. DINÁMICA DE PRODUCCIÓN DE TRABAJOS DE GRADO EN GESTIÓN TECNOLÓGICA



Fuente: Universidad Nacional de Colombia Sinab, cálculos basados en la información de la BdD: Bibliotecas Universitarias Colombianas; cobertura 1974- 24/10/2006, *software* de análisis Microsoft Excel®

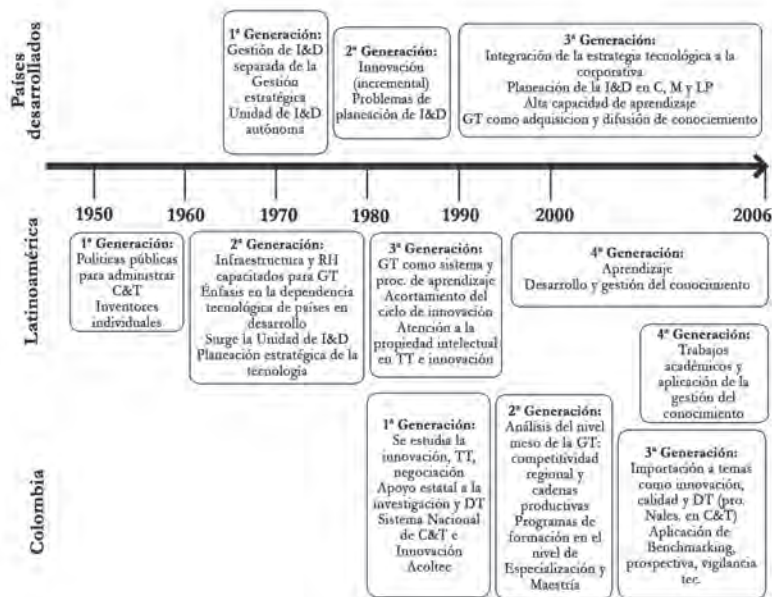
de que las generaciones identificadas presentan especificidades propias de cada contexto, lo cual dificulta la comparación, el desarrollo observado en los países industrializados es mayor que en el caso y colombiano y latinoamericano, estando Colombia a la zaga de los países analizados en lo relacionado con el surgimiento de la gestión tecnológica como campo de acción en el nivel académico y organizacional.

Las brechas entre las economías emergentes (Latinoamérica) y los países industrializados, que pueden establecerse a través del análisis de la evolución de la gestión tecnológica, presentado en secciones anteriores y resumido en la Figura 1-15, son las siguientes:

En Latinoamérica ocurre un surgimiento tardío de la unidad de investigación y desarrollo respecto de los países desarrollados, ya que mientras en éstos, durante la primera generación (finales de los años sesenta), se comenzó a hablar de gestión tecnológica directamente relacionada con la gestión de la investigación y desarrollo efectuada en una unidad en las organizaciones especializada en esta actividad –si bien aún no estaba integrada adecuadamente con otros

aspectos y áreas organizacionales–, en Latinoamérica se inició el proceso de desarrollo de la gestión tecnológica (1950–1960) sólo en un nivel macro con políticas gubernamentales, indicando que, en general, en las organizaciones de la región no era una prioridad el desarrollo tecnológico, ni mucho menos la gestión tecnológica, y la investigación se hacía de una forma aislada y puntual. Solo hasta finales de los setenta (diez años después que en los países industrializados) surge en las empresas de América Latina una unidad encargada de la actividad de investigación y desarrollo.

FIGURA 1-15. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN DIVERSOS CONTEXTOS



Para Colombia, respecto al resto de Latinoamérica y a los países desarrollados, es aun más marcada la brecha sobre las condiciones en que surge la gestión tecnológica. Se observa en Figura 1-15 que esto ocurre hasta 1980, cuando en América Latina ya se desarrollaba la tercera generación de la gestión tecnológica. Adicionalmente, en la primera generación en el caso colombiano, los temas son abordados con apoyo gubernamental y principalmente desde la academia, conociéndose muy poco de la gestión tecnológica en el entorno empresarial. Sólo algunos reportes de casos de aplicación de la gestión tecnológica en sectores como el floricultor y el lácteo han sido publicados como trabajos de grado en diferentes carreras ofrecidas por universidades colombianas.

Los países industrializados lograron, desde la década de los noventa, una adecuada integración de la tecnología a la estrategia corporativa, con una visión de largo plazo y atendiendo tanto las tendencias tecnológicas como las de los mercados. Por su parte, las economías emergentes analizadas, si bien pueden tener adelantos en estos procesos, desafortunadamente son poco referenciados en la literatura. Aunado a esto, se encuentran resultados de estudios (Castellanos *et al.*, 2003; Garavito y Suárez, 2004) que revelan falencias incluso desde la conceptualización misma de la gestión tecnológica y los procesos relacionados con ella, lo cual permite concluir que su aplicación en este contexto no ha llegado al grado de desarrollo ni a la obtención de los logros de los líderes en el nivel mundial.

En el mismo sentido de la brecha mencionada en el párrafo anterior, Colombia y Latinoamérica en general ya han presentado avances en cuanto a la gestión del conocimiento como etapa de desarrollo más reciente de la gestión tecnológica. Sin embargo, en los países desarrollados este campo ha sido abordado más allá del entorno académico e investigativo y es conocida su aplicación a nivel empresarial, en donde se han empleado diversas herramientas de manera sistemática para adelantarse a los cambios que caracterizan el ambiente tecnológico y aprovechar de forma óptima la información, como es el caso del *roadmapping* o la inteligencia tecnológica, que en otros contextos como las economías emergentes aún son novedosos y poco conocidos.

Se aprecia en el análisis de las tendencias en gestión tecnológica, que se han logrado avances en cuanto a la integración de herramientas y metodologías con el fin de conocer en detalle la organización y su entorno, generando información que soporte tanto las estrategias tecnológicas como las corporativas; es el caso del *roadmapping*, cuyo fin es similar al de los sistemas de inteligencia tecnológica. A la par del conocimiento, el concepto de inteligencia²⁰ como elemento integrador ha tomado bastante relevancia en los procesos de mejoramiento de las organizaciones.

Las brechas identificadas al comparar el caso latinoamericano y el de países desarrollados en cuanto a las temáticas principales de artículos y ponencias, son:

20 La inteligencia es una herramienta que permite atender los fines estratégicos de la organización, vinculando el conocimiento que esta tiene con sus decisiones y actuaciones, por lo cual trasciende la simple observación del entorno.

La dinámica de generación de artículos en gestión tecnológica tiene mayor tradición en el ámbito mundial que en Latinoamérica, considerando que, con base en el *corpus* de información analizada, el pico en producción se logra, en el primer caso, entre 2002 y 2003, mientras que en Latinoamérica la mayor productividad se observa más recientemente (2004 y 2005).

Se observa en los Estados Unidos y otros países desarrollados, la realización de estudios y aplicaciones de metodologías que buscan integrar diferentes herramientas conocidas en la gestión tecnológica como la prospectiva o el *benchmarking*. Es el caso del *roadmapping*, que resulta totalmente nuevo en el contexto latinoamericano y solo hasta ahora comienza a ser estudiado a través de los artículos publicados en entornos de mayor progreso industrial. Otras metodologías que también tienen este propósito integrador, en especial la inteligencia tecnológica (o la vigilancia tecnológica como parte de esta), han sido trabajadas en la región latinoamericana, mostrándose algunos avances recientes²¹. En este caso la brecha está representada en un retraso en el tiempo.

La relevancia de la tecnología y su gestión definitivamente va en aumento en los países industrializados, lo cual se observa a través del surgimiento de áreas importantes en investigación como la estrategia tecnológica, de acuerdo con el análisis de tendencias en el nivel mundial; esto refuerza lo identificado en la revisión y análisis de la evolución de la gestión tecnológica en este contexto. Por su parte, en América Latina se aprecia un mayor énfasis en la consolidación de esquemas de redes y colaboración, reflejado en áreas principales como la cooperación universidad–empresa, los conglomerados de innovación y los parques tecnológicos, así como la orientación hacia la gestión tecnológica en Pymes.

21 Lichtenhaler (2004a) involucra el monitoreo, la vigilancia y el *forecasting* dentro de un proceso de inteligencia tecnológica, IT, para la observación de las tendencias y la preparación para el cambio tecnológico. De Oliveira *et al.* (2004) señalan esta integración en un esquema de IT como una posible ventaja de los procesos de *benchmarking*. De igual forma, Aceves (2005) ha planteado a la IT como una alternativa conceptual para agregar valor desde la planeación estratégica, mientras que Ortega *et al.* (2005) la han abordado desde la implementación de sistemas de calidad que permitan la aplicación de la inteligencia, particularmente desde estudios de vigilancia tecnológica. Este último enfoque, que ubica a la IT desde la vigilancia, coincide con el propuesto por Escorsa y Maspons (2001), así como por Hoppe y Pinheiro (2004). En este mismo sentido, Rodríguez y Valdez (2003) analizan la IT como un mecanismo de monitoreo y desarrollo de conocimiento desde la academia. Así mismo, Castellanos y Jiménez (2004) y Castellanos *et al.* (2005b) han trabajado en la conceptualización, formulación e implementación de un modelo estructurado de IT, constituido por tres componentes: generación de conocimiento, integración de herramientas de gestión tecnológica y formulación e implementación de estrategias, en virtud de los cuales posee atributos como flexibilidad, versatilidad y dinamismo.

Si bien la gestión del conocimiento resulta ser el área más relevante de la gestión tecnológica tanto en el nivel latinoamericano como en el mundial, se observa una brecha relativa a los logros obtenidos, que son más recientes en las economías emergentes, mientras que en el contexto de los países industrializados se implementan casi desde una década atrás herramientas y metodologías relacionadas con esta temática. Así mismo, estas metodologías se relacionan cada vez más con los aportes biológicos, como en el caso de la inteligencia artificial y los sistemas expertos (Liao, 2005).

1.3.5 *Evaluación de las empresas a partir de su gestión tecnológica y administrativa*

A partir de estudios previos sobre la situación de la gestión tecnológica y organizacional en empresas colombianas (Castellanos *et al.*, 2002a; Castellanos *et al.*, 2002b; Castellanos y Martínez, 2003) se ha logrado determinar un modelo de manejo gerencial y tecnológico²², partiendo inicialmente del análisis de los sistemas productivos sobre la base de generaciones en lo concerniente al factor tecnológico, planteado por Correa (1996)²³, el cual fue complementado

22 Según el tipo proceso productivo, sobre la base del cual se genera valor, pueden identificarse cuatro sectores: El *sector primario*, que basa su actividad en la obtención de materias primas para los demás sectores; el *sector secundario* o de manufactura; el *sector de servicios* (comercializador) y el *sector cuaternario*, en el cual se ubican las empresas de base tecnológica, fundamentadas en el conocimiento, tales como las empresas de telecomunicaciones e informática, biotecnología, las industrias aeroespacial y de nuevos materiales. El *sector cuaternario* puede definirse como el agrupamiento de profesiones y actividades productivas que generan valor económico a partir del manejo y desarrollo de intangibles (factor humano y capital intelectual), es decir, por la gestión del conocimiento. Este sector tiene la ventaja competitiva de generar productos y servicios sustentados en conocimiento con un alto valor agregado y se caracteriza por contar con periodos de innovación cortos en los cuales se originan continuamente productos o procesos nuevos o se modifican los existentes, lo que exige renovar y actualizar permanentemente el conocimiento. El sector cuaternario tiene cada vez más impacto en el producto interno bruto de los países desarrollados, e indicadores como el Nasdaq muestran que actualmente son muchas las empresas que orientan sus actividades a este sector. En la actualidad el Nasdaq enlista los títulos de alrededor de 4.100 empresas –desde pequeñas firmas hasta gigantes de la talla de Microsoft–. La mayoría de estos títulos pertenecen al sector tecnológico, de las telecomunicaciones, banca, minoristas y otras industrias en crecimiento (Savinovich, 2004).

23 Correa define tres generaciones de empresas y sectores productivos según su desarrollo tecnológico, así: la *primera generación* se caracteriza por una contribución mínima de la ciencia y la ingeniería; la *segunda*, por una asimilación relativamente adecuada de los insumos científicos e ingenieriles a escala industrial, así como de los elementos de la administración en los procesos productivos; la *tercera generación* se basa en la aplicación integrada del conocimiento, la tecnología y, en el mejor de los casos, de la gestión en la empresa.

integrando el factor gerencial. Las generaciones resultantes se han caracterizado de la siguiente forma:

a. *Primera generación.* En las empresas que se pueden ubicar en este generación, los procesos tecnológicos utilizados son tradicionales y con un grado rudimentario de tecnificación. Las organizaciones productivas se caracterizan por estructuras gerenciales verticales, aunque con pocas escalas jerárquicas; sus actividades giran en torno a las áreas de mercadeo y producción, pero no cuentan con factores administrativos definidos ni formulados explícitamente. El manejo de la tecnología no es un factor esencial dentro de la estrategia corporativa, las investigaciones e innovaciones realizadas se llevan a cabo por las exigencias que impone el mercado para lograr mantener y satisfacer las necesidades de los clientes.

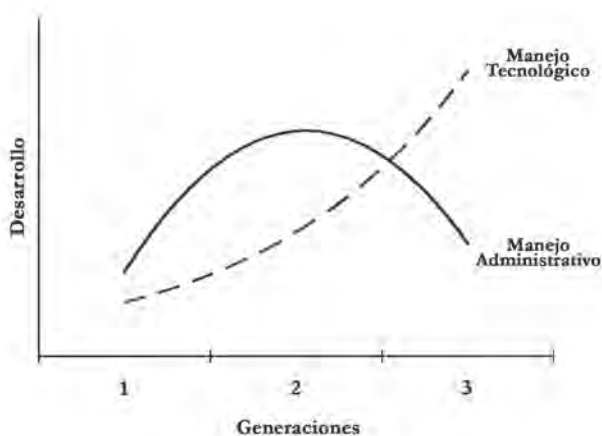
b. *Segunda generación.* La tecnología se asimila en forma consciente como un componente propio o una alternativa en el sistema productivo, coexistiendo con métodos tradicionales de producción. En estas organizaciones la incidencia de la tecnología y su adecuada gestión es mayor que en las de primera generación. Su estructura organizacional contribuye con el logro de sus objetivos e incentiva las actividades de innovación y gestión tecnológica en general. Las empresas de la segunda generación presentan heterogeneidad tanto por la tecnología utilizada, por los productos que ofrecen, como por su tamaño. Sin embargo, en estas organizaciones es importante destacar la tendencia generalizada a explorar nuevos mercados, competir principalmente con calidad y exportar. Dentro de la estrategia corporativa las actividades de innovación son herramientas esenciales en el proceso productivo. Los aspectos de cultura y percepción del cambio son analizados y tomados en cuenta para la motivación y el compromiso por parte de los empleados, aunque de manera informal.

c. *Tercera generación.* En estas empresas los grupos de trabajo manejan un conocimiento multidisciplinario fuerte en ciencia y cuentan con científicos altamente especializados que se ocupan principalmente de los procedimientos propios de su actividad (investigar o producir) y al mismo tiempo de las labores administrativas, ocasionando dificultades en las tareas de planeación, mercadeo, contabilidad y finanzas, puesto que han aprendido a efectuarlas gracias a cursos o seminarios y a la experiencia e intuición adquirida a través del empirismo. Se encuentra una permanente preocupación por descubrir nuevos procesos y productos, generalmente de alto valor agregado. Su crecimiento no es fácil por cuanto compiten con empresas internacionales, pero han demostrado capacidad para ser competitivas en el mercado nacional e internacional. De

otra parte, sus acciones están basadas en el alto componente tecnológico implementado, la investigación y desarrollo de nuevos procesos y la participación y aporte de ideas de todos sus miembros, sumado a la continua capacitación y actualización de conocimientos. Sin embargo, desde el punto de vista administrativo, en las empresas de esta generación la toma de decisiones, la autorización de proyectos y el manejo financiero con frecuencia se encuentran centralizados en la gerencia, la cual generalmente es inexperta en temas de gestión tecnológica y estratégica.

La Figura 1-16 ilustra las tendencias de cada una de las generaciones referentes al manejo y apropiación de la tecnología y de los aspectos administrativos, evidenciándose que, a medida que aumenta el grado de especialización y de aplicación de las tecnologías de punta, se incrementa igualmente el nivel de desarrollo de esta tecnología, utilizada como herramienta o como base de los procesos. Sin embargo, ocurre lo contrario con los aspectos gerenciales, que se toman como elementos poco formalizados y descontextualizados, aspecto definitivo para explicar las deficiencias encontradas dentro de la tercera generación.

FIGURA 1-16. MANEJO GERENCIAL Y TECNOLÓGICO POR GENERACIONES



Esta discrepancia entre los aspectos gerencial y tecnológico, que se observa en mayor medida en la segunda y tercera generaciones –sin que esto signifique que la situación sea mejor en la primera generación– es producto de deficiencias importantes en los procesos de gestión tecnológica que no permiten una integración adecuada de la variable tecnológica en la estrategia empresarial. Para las organizaciones con tendencia a generar valor a partir del

conocimiento, caracterizadas como de tercera generación, este hecho resulta mucho más lesivo si se tiene en cuenta que su competitividad y sostenibilidad dependen de procesos de innovación continuos, por lo cual tales empresas requieren, principalmente, gerenciar de manera eficaz la información tecnológica que poseen y la de su entorno. Las organizaciones de conocimiento logran esto a través de tres fases estratégicas (Choo, 1998): (1) interpretación de la información del ambiente para construir conceptos sobre su inserción en él, (2) creación de nuevos conocimientos por la combinación del *know-how* y experiencias en la forma de aprender e innovar, (3) análisis y selección de información para la toma de decisiones. Estos tres aspectos están integrados y buscan el uso de la información para gestionar la tecnología y la organización.

Por consiguiente, para que en Colombia, y seguramente en los países de la región, las empresas que se fundamentan en el conocimiento alcancen mejores desempeños, se requiere de un modelo de gestión tecnológica en el cual la información constituya una gran fuente de valor. Así mismo, es importante fortalecer los actuales programas académicos de formación en gestión tecnológica, analizando y asimilando experiencias internacionales que han sido exitosas y que se enfocan hacia las más recientes etapas de desarrollo de la gestión tecnológica. Es aquí en donde la inteligencia entra a ejercer un papel importante en la gestión de la organización y de la tecnología.

1.4 Generación y aplicación del conocimiento en gestión tecnológica

La evolución de la disciplina de gestión tecnológica en las economías emergentes han reflejado la insuficiente relevancia que se ha dado al tema, por circunstancias ligadas principalmente con la falta de sistemas permanentes y debidamente estructurados de estímulos a la creatividad y a la innovación. La responsabilidad de la investigación en la gestión tecnológica ha recaído básicamente en la academia. Sin embargo, el avance en la generación de conocimiento en esta temática podría definirse como bastante moderado.

A pesar de lo anterior, en el ámbito colombiano la gestión tecnológica empieza a reconocerse cada vez más como un factor determinante en la sostenibilidad económica del sector productivo. Así lo demostró el V Encuentro de Productividad y Competitividad llevado a cabo en el año 2001, promovido por el entonces Ministerio de Comercio Exterior, en el cual los representantes del Gobierno, del sector empresarial y de la academia coincidieron en ratificar el impacto de la gestión en las estrategias organizacionales y en la competitividad, particularmente dirigida a nuevas tecnologías, entre las que se

destacan la nanotecnología, la biotecnología, así como las telecomunicaciones y la informática.

En el estudio de Malaver (2000), cuyo objetivo fundamental fue realizar un inventario de las investigaciones empíricas²⁴ sobre gestión empresarial y tecnológica en Colombia, se generó un balance crítico del análisis de dichas investigaciones. En el mencionado estudio se establecen los elementos que identifican las investigaciones²⁵ en gestión, incluyendo la tecnológica, proponiendo los criterios necesarios para su clasificación, a partir de su rigurosidad, las temáticas abordadas y su aporte en la generación de conocimiento. Los resultados de Malaver demuestran la existencia de un déficit en la producción de conocimiento sobre los problemas, transformaciones y necesidades en este campo. Se concluye que la investigación ha sido una actividad que se concentra en pocas facultades y en núcleos muy reducidos de profesores universitarios, identificándose una marcada escasez de grupos y líneas de investigación consolidadas, bien sean de origen individual o colectivo. El factor predominante son las investigaciones de carácter puntual y con una notable heterogeneidad en sus alcances y sistemas metodológicos, presentando calidad limitada que, debido a su escasez, originan grandes vacíos de conocimiento en aspectos centrales de la gestión.

En la investigación en gestión, las diferencias metodológicas son resultado de la forma como se llega al conocimiento en función del sistema que se quiere analizar. Si bien los apartes anteriores han mostrado el desarrollo de la disciplina de gestión a partir de la incorporación de nuevas aproximaciones y herramientas provenientes de diferentes ciencias como las ciencias básicas y las ciencias humanas, principalmente, es necesario determinar unas premisas adecuadas para el avance riguroso y científico de la gestión, precisando la importancia de estos atributos, no solo en el ambiente académico, sino también en el empresarial.

24 La investigación empírica fue interpretada como aquella que tiene como objeto de estudio un hecho o fenómeno de la realidad empresarial, que es sometido a observación y análisis, con el fin de entenderlo y por esa vía poder contribuir a mejorar la gestión y desempeño de las organizaciones (Malaver, 2000).

25 La definición de investigación que se realiza allí surge a raíz de la diferenciación existente entre investigación aplicada y consultoría. La dificultad de separar estos dos términos ha ocasionado que “se registren como investigativas toda una serie de actividades de consultoría”, con lo que se ha atenuado “el serio problema de la carencia de investigación dentro de las facultades de administración” (Rodríguez *et al.*, 1992).

1.4.1 *Generación de conocimiento en torno a la gestión tecnológica*

Las ciencias humanas y sociales, así como las investigaciones en gestión tecnológica, han buscado orientar sus metodologías hacia la epistemología constructivista, siendo el determinismo de difícil aplicación en muchas ocasiones, aunque precisamente son las disciplinas que se apoyan en el método determinista las que cuentan con mayor reconocimiento. Esto se ha visto reflejado en convocatorias propuestas por Colciencias para el registro y financiación de revistas científicas del país (se toma este evento como muestra, pero no es el único a nivel nacional), en donde generalmente se ubican en las categorías A y B las publicaciones relativas a ciencias básicas o tecnológicas, mientras que aquellas que divulgan el conocimiento en ciencias humanas y sociales están en la categoría más baja –C–, o simplemente no clasifican. Esto debido principalmente al inadecuado y excesivo énfasis en la metodología determinista, sobre la cual están estructurados los procesos cuantitativos de investigadores y grupos, así como los criterios de selección de revistas, de manera que los artículos cuyo contenido se puede estructurar en una formulación de hipótesis seguida de experimentación, análisis de resultados y conclusiones, son considerados como poseedores de mayor “calidad científica” que aquellos que se basan en una disertación sobre lo experimentado o analizado en la interacción con los objetos de estudio, o en cualquier otro tipo de estructura epistemológica.

Al momento de plantearse la creación de un equipo de investigación en gestión es inminente encontrarse con la pregunta: ¿qué tipo de ciencia y de método soporta un adecuado desarrollo estructural del conocimiento en gestión? En algunos casos no se admite que la gestión sea objeto de la ciencia, y se presenta como una técnica o un arte, y por ello, incluso no merece la atención del método formal, el cual tiende a enfocarse como una teoría del conocimiento (Barragán, 1977). Lo anterior conlleva a afirmar que de la interacción y del mutuo enriquecimiento de los modelos tradicionales de generación de conocimiento propuestos por el positivismo, con elementos de la epistemología²⁶ contemporánea (Castellanos y Montoya, 2001), podrán emerger

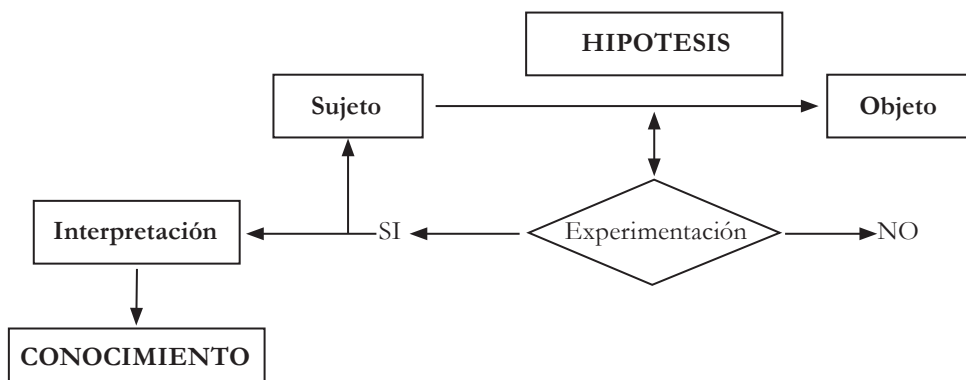
26 La epistemología estudia la naturaleza y validez del conocimiento. En las últimas décadas es conocida, además, como filosofía de la ciencia. El propósito de la epistemología es distinguir la ciencia auténtica de la pseudociencia, la investigación profunda de la superficial. El problema fundamental que ocupa a la epistemología es el de la relación sujeto–objeto. En esta teoría se le llama sujeto al ser cognoscente, y objeto, a todo proceso o fenómeno sobre el cual el sujeto desarrolla su actividad cognitiva. De este modo, el problema se presenta en la relación de quién conoce y lo que es cognoscible. En esencia, se trata de la naturaleza, el carácter y las propiedades específicas de la relación cognoscitiva, así como de las particularidades de los elementos que intervienen en esta relación (Suárez, 2000). Ninguna instancia científica o

alternativas metodológicas válidas para el desarrollo de la gestión tecnológica, estableciendo nuevos mecanismos de legitimación de sus saberes (Le Moigne, 1997). La dinámica de esta interacción implica las siguientes formas de acceder al conocimiento:

a. *Epistemología determinista*. La epistemología de la investigación puede analizarse desde el punto de vista de la hipótesis determinista, según la cual lo real obedece a leyes invariantes. Toda investigación busca la averiguación de algo. Dentro del método determinista es preciso seguir una secuencia lógica que implica la identificación del hecho a averiguar, la planificación de las acciones para el logro de la averiguación, iniciar y desarrollar dichas acciones para, finalmente, informar los resultados de lo averiguado (Escorcía, 1995). A través de la formulación de una hipótesis, el investigador es el sujeto que utiliza un método deductivo y lineal en donde experimenta, analiza (interpreta) y concluye para comprobar su hipótesis y obtener el conocimiento sobre el objeto de estudio (Figura 1-17).

En este proceso el sujeto es un observador del objeto y no interactúa con él. Lo conocible constituye entonces una verificación que el sujeto hace del objeto. El investigador en este caso se ocupa de garantizar la seriedad de su disciplina velando porque se utilice escrupulosamente el método científico analítico-positivo.

FIGURA 1-17. MÉTODO DETERMINISTA DE INVESTIGACIÓN



cultural puede tener el monopolio de la determinación del valor ético del conocimiento. Pero la epistemología es, entre todas las disciplinas, la mejor ubicada para reconocer y explicitar estos cuestionamientos sobre el valor de los conocimientos que ella causa.

b. *Epistemología constructivista.* Las ciencias de la gestión han sido consideradas como positivas cuando han estado fundamentadas sobre el paradigma de la “formalidad científica”, en donde se verifican las hipótesis deterministas. Sin embargo, surge la pregunta sobre la compatibilidad y pertinencia del referente epistemológico usado en esta disciplina. La reflexión crítica sobre la enseñanza y la investigación en ciencias de la gestión (incluyendo su aplicación al manejo de la variable tecnológica) aportó al cambio epistemológico de finales del siglo XX, a través del cual se evidenció que la incoherencia no estaba en la disciplina sino en el positivismo que tomaba como referencia. Al construir nuevos discursos en el avance científico que fueran compatibles por lo menos con sus prácticas metodológicas más comunes, las ciencias de la gestión contribuyeron en forma decisiva a la gran renovación paradigmática contemporánea que hoy se evidencia en la reconstrucción de las epistemologías constructivistas (Le Moigne, 1997).

En la epistemología constructivista el conocimiento se construye como resultado de la interacción entre el sujeto y el objeto. Así, la percepción del objeto ya no es del sujeto sino del proceso de interacción (Figura 1-18).

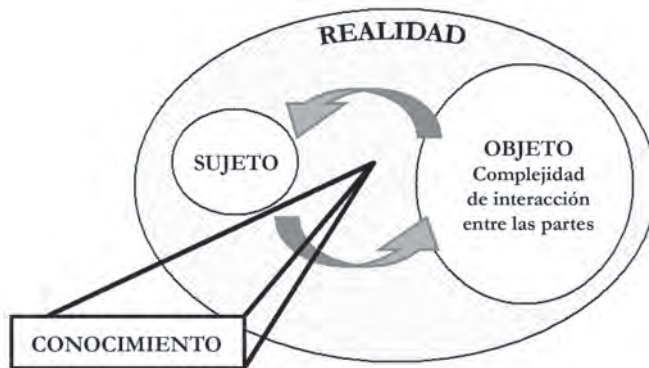
Ante la insuficiencia originada en la visión del conocimiento como producto de una observación casi contemplativa de la realidad, la hipótesis fenomenológica del constructivismo arguye que el sujeto no conoce las cosas en sí, sino el acto por el cual percibe la interacción entre ellas, convirtiéndose en su postulado fundamental en donde la inteligencia (y por tanto la acción de conocer) no se define así ni por el conocimiento del yo, ni por el de las cosas como tales, sino por sus interacciones (Piaget, 1972).

A partir de lo anterior, se plantea para el modelo de grupos de investigación en gestión tecnológica la necesidad de atender tanto los postulados deterministas -por cuanto los instrumentos administrativos y de gestión, que son la base para el desarrollo de sus estudios, se enmarcan en ellos-, como los principios relativos a la complejidad inherente al objeto de análisis (el desarrollo tecnológico). Esta integralidad en el enfoque es reafirmada por Morin (1990): el pensamiento complejo²⁷ no rechaza, de ninguna manera, a la claridad, el orden, el determinismo, pero los juzga insuficientes, sabe que no es posible

27 El pensamiento complejo (*complexus*, lo que está tejido en conjunto) se enfoca a las situaciones en donde son inseparables los elementos diferentes que constituyen un todo y que tienen un tejido interdependiente, interactivo e interretroactivo entre el objeto del conocimiento y su contexto, las partes y el todo, el todo y las partes, las partes entre sí. La complejidad es, de hecho, la unión entre la unidad y la multiplicidad (Morin, 2000).

programar el descubrimiento, el conocimiento ni la acción. En los grupos de investigación, la relación universidad–sector productivo no debe basarse en hipótesis de salida, esta emergerá de los sistemas interactuantes.

FIGURA 1-18. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN CONSTRUCTIVISTA



Entonces, la investigación en gestión tecnológica requiere de diferentes enfoques metodológicos, en los cuales puedan ser aplicables la epistemología mecanicista, basada en el método científico de Descartes y Comte, o de aquella en donde debe verificarse una interacción del sujeto con el objeto para lograr una retroalimentación y una construcción conjunta de conocimiento. Estas diferencias se enmarcan en tres alternativas metodológicas para realizar la investigación en gestión, particularmente aplicada al desarrollo tecnológico, a saber:

a. Investigación tradicional. Se apoya en la concepción determinista de formulación de hipótesis por parte de expertos y su posterior verificación mediante observación y análisis. Allí no hay una interrelación entre sujeto y objeto. El investigador define el problema en términos muy precisos, manejados por medio de definiciones conceptuales y operacionales necesarias para la objetividad de la investigación. En la recolección de datos se selecciona un universo establecido o una muestra representativa y se aplican los instrumentos diseñados apropiadamente para tal fin. La interpretación de la información generalmente corre por cuenta del investigador de forma exclusiva, para su posterior análisis y obtención de conclusiones, las cuales son comunicadas y difundidas.

b. Investigación participativa. Este tipo de investigación retoma a Morin (1990) cuando menciona que no hay objeto si no es con respecto a un sujeto

(que observa, aísla, define, piensa), y no hay sujeto si no es con respecto a un ambiente objetivo (que le permite reconocerse, definirse, pensarse, etc., en suma, existir). La investigación participativa tiene aspectos comunes con los procesos de construcción colectiva, e igualmente su base epistemológica le atribuye semejanzas con los métodos fenomenológicos, compartiendo la característica de hacer énfasis (metodológico) en los aspectos cualitativos del proceso de la investigación y en la comunicación –el diálogo– como estrategia en la producción de conocimientos. Sin embargo, en los métodos fenomenológicos la participación no constituye una estrategia, mientras que en la investigación participativa sí (De Schutter, 1986).

No obstante las ventajas de la investigación participativa en cuanto a la relación establecida con el objeto de estudio, que la separa de la epistemología determinista, este tipo de investigación ha encontrado algún tipo de resistencia en la gestión empresarial y tecnológica, por cuanto en ocasiones se ha orientado casi exclusivamente hacia la construcción colectiva y comunitaria de soluciones a problemas sociales. Sin embargo, es incuestionable que, como metodología, este tipo de investigación puede ser de gran ayuda en el ejercicio de asesoría e incluso en desarrollos conjuntos entre la academia y el sector productivo. Existen también contradictores de la investigación participativa, por cuanto consideran que horizontaliza el poder, ya que se ha sugerido que en este tipo de investigación pareciera que, al intentar avanzar en la fusión objeto–sujeto, el investigador pierde una ubicación precisa y pasa a transformarse en un mero espectador del proceso y, al mismo tiempo, en un contemplador del conocimiento endógeno que surge y se desarrolla autónomamente, lo que puede interpretarse como una tensión entre dejar hacer y actuar (Vio Grossi, 1983).

c. Investigación en acción. La investigación en acción encuentra en la consultoría un ejemplo típico de su metodología, en donde el sujeto no interactúa con el objeto, pero está en su realidad y allí lo observa y analiza. A diferencia de la investigación convencional o tradicional, en la que rara vez se difunden los resultados antes de completar el estudio, en la investigación en acción ellos se van produciendo y discutiendo. A este fenómeno Borda (citado por De Schutter, 1986) lo llama proceso de *devolución sistémica*. Un adecuado proceso de investigación participativa considera y pone en práctica las relaciones sujeto–objeto en las dos direcciones, en la investigación en acción el objeto es validado por su interacción con el sujeto, pero este permanece sin involucrarse en la realidad del objeto, únicamente lo observa. La investigación participativa y la investigación en acción comparten el paradigma que busca la explicación de los procesos o problemas a partir de la realidad concreta y del sentido común de los que mejor la conocen, es decir, quienes la están viviendo.

La investigación en acción puede coincidir con la investigación participativa en el momento en que el objeto de estudio participa en la generación del conocimiento. Así mismo, la investigación participativa postula que la acción debe ser el resultado inmediato y permanente de la investigación. La acción es fuente de conocimientos y el resultado de los nuevos saberes generados. Por eso se habla también de que la investigación participativa es un proceso de acción – reflexión – acción (Vio Grossi, 1983), y comúnmente se denomina investigación acción-participativa - IAP. Una metodología de investigación participativa y en la acción debe responder a lo que la pregunta epistemológica plantea: ¿cuál es la relación del sujeto que conoce con lo que se puede conocer? El punto de vista constructivista formula que el investigador y lo investigado están vinculados indisolublemente, de manera que los hallazgos de la investigación son creados por su interacción en el proceso de investigación (Calero *et al.*, 1996).

La formulación del problema en la investigación participativa en acción no es realizada por el investigador de forma independiente; su papel es contribuir con el objeto investigado (sistema productivo, empresa, sector, etc.) para identificar sus problemas más críticos, con el fin de comprender sus elementos constitutivos y establecer los aspectos claves. Los instrumentos de recolección de información pueden ser idénticos a los empleados en la investigación tradicional, pero se tiende a utilizar métodos altamente interactivos, como la conformación de grupos de discusión, juego de roles y entrevistas a profundidad. En la investigación en acción los datos no son analizados por el investigador solamente, sino que son devueltos al grupo investigado. Se busca confrontar a los miembros del sistema estudiado con la información dada por ellos, con el fin de conocer sus percepciones sobre la realidad que lleva a una concepción más profunda de los problemas. Esto también sirve para redefinir el problema y encontrar soluciones alternativas.

1.4.2 *Impacto de la investigación en gestión tecnológica*

La investigación en gestión tecnológica debe generar productos tangibles e intangibles y repercutir tanto en las organizaciones y los sistemas productivos, objeto de estudio, como en la academia. La medición del impacto de las investigaciones se manifiesta en un amplio espectro de enfoques: desde los métodos subjetivos y no cuantitativos como la revisión por pares, pasando por los enfoques retrospectivos o estudios de caso, hasta los enfoques cuantitativos tales como la evaluación bibliométrica y el costo-beneficio (Kostoff, 1999).

La revisión por pares consiste en la evaluación por parte de expertos de la propuesta de investigación como herramienta de predicción acerca de la valoración de su impacto final, con el propósito de determinar la asignación de recursos para llevarla a cabo. Los objetivos principales se orientan a que la valoración del producto final tenga la más alta calidad intrínseca y que sea percibida como poseedora de la mayor veracidad posible. Es necesario considerar problemas potenciales relativos a la parcialidad de los pares o la mayor probabilidad de financiación para científicos o grupos más notables.

Los estudios retrospectivos comienzan con un caso exitoso, observando hacia atrás en el tiempo, con el objetivo de identificar eventos críticos de investigación y desarrollo, y aspectos administrativos claves que llevaron al éxito. No obstante, según Kostoff (1999), la selectividad arbitraria y la naturaleza anecdótica de muchos resultados hacen sospechosa cualquier conclusión en cuanto a economía de costos o posibilidades de generalización.

Los métodos bibliométricos que utilizan instancias como artículos, libros, patentes, etc., para la medición de logros científicos y tecnológicos, son denominados como *cienciometría*. De acuerdo con Narin *et al.* (1994), hay tres axiomas que dan validez al análisis bien sea bibliométrico o *cienciométrico*:

a. Medición de la actividad. El conteo de patentes y documentos científicos debe proporcionar indicadores válidos de actividades de investigación y desarrollo, en las áreas a las cuales pertenecen.

b. Medición del impacto. La cantidad de veces que tales patentes y documentos son citados en otros documentos debe suministrar indicadores válidos de su importancia.

c. Medición de enlace. Las citas de documentos a documentos, de patentes a patentes y de patentes a documentos, deben brindar indicadores de enlaces intelectuales entre las organizaciones que están produciendo patentes y documentos, y enlaces del conocimiento entre sus áreas correspondientes.

Los principales inconvenientes con esta metodología se relacionan con el conteo de publicaciones que señalan cantidad y no calidad, las citas frecuentes pueden ser de trabajos incorrectos o realizados por parte del mismo autor citado. Adicionalmente, se encuentra la dificultad en la comparación de trabajos entre diferentes disciplinas. Los métodos descritos, así como otros que pueden encontrarse en la literatura, permiten la evaluación del impacto de la investigación, que aplicada a los grupos de gestión tecnológica, puede contribuir a me-

jorar la comunicación entre investigadores y usuarios (universidad y empresas) y facilitar su integración, además de mejorar la eficiencia del grupo de investigación y conducir sus resultados de manera pertinente con su misión y metas. Finalmente, la evaluación de impactos es la base para la financiación de investigaciones posteriores como garantía de continuidad de su trabajo. Sin embargo, como lo evidenció la clasificación realizada por entidades de carácter nacional, esta evaluación tiende a centrarse en criterios basados en el método bibliométrico por actividad, con todas las implicaciones de sesgo que conlleva.

Adicionalmente, un impacto prioritario de la investigación en gestión tecnológica consiste en plantear que, en los grupos universitarios, ella debe surgir de un precepto fundamental: la formación de recurso humano preparado para un entorno dinámico, a partir de sus habilidades básicas, en procura del desarrollo de la cultura técnica en sus tres aspectos fundamentales (Lowe *et al.*, 1999): la habilidad para comprender cómo se puede utilizar una tecnología, la pericia en el lenguaje básico de los negocios, y un conjunto de habilidades analíticas (identificación y solución de problemas, deducción, reducción y síntesis de datos, presentación de la información).

En el proceso de investigación en gestión tecnológica en las empresas, los miembros del grupo de investigación deben desarrollar estas habilidades en la interacción con el objeto de estudio, y de forma simultánea, la generación de conocimiento ampliará su capacidad para responder al intenso y cambiante entorno global. Sin embargo, la más importante habilidad que debe ser fomentada es la de aprender a aprender. El aprendizaje, como lo denominan Ulrich *et al.* (1993), es imperativo por cuanto constituye la capacidad de los individuos para generar nuevas ideas mediante un proceso creativo, y poseer la habilidad para compartirlas con otros en la organización y fuera de esta.

1.4.3 Bases para la investigación en gestión tecnológica

A continuación se proponen los principios más relevantes para la formulación de grupos de investigación y desarrollo en gestión tecnológica que puedan fortalecer la academia y proveer a las empresas de soluciones a sus problemáticas, teniendo en cuenta que un objetivo clave de la gestión del conocimiento en las universidades es precisamente la creación de grupos interdisciplinarios de investigación. Los principios aquí planteados también pueden ser tomados como base para estructurar este tipo de grupos desde los centros de investigación y desarrollo sectorial, e incluso en las empresas que tengan la capacidad y tradición en gestión del conocimiento.

a. *Cambio de paradigmas.* La concepción de la epistemología a partir de la complementación de la hipótesis determinista con los postulados constructivistas y de complejidad, involucran un cambio de mentalidad para quienes investiguen en búsqueda de generar conocimiento. Tal cambio refleja la adopción de nuevos paradigmas. Thomas Kuhn plantea: toda ciencia se desarrolla con base en un paradigma subjetivo, que es la esencia misma de la ciencia y que sustenta los modos de ser y pensar de la sociedad donde se desenvuelve²⁸. Según Kuhn, «*un nuevo paradigma no es más verdadero que el anterior sino simplemente más explicativo*», siendo los modelos que se tienen del mundo los que determinan lo que vemos y no lo contrario; el paradigma no es un reflejo de la realidad, más bien permite crear una realidad propia. Bajo esta interpretación, los nacientes grupos de investigación en gestión tecnológica deben desarrollarse en ambientes cambiantes y de dinámica permanente de sus paradigmas, evitando caer en la tendencia de seguimiento radical hacia dogmas sofismáticos de la investigación y su esfuerzo por entender la realidad, y consolidando competencias para proponer y diseñar futuros a partir de esta. En la Tabla 1-5 pueden observarse algunos de los puntos de referencia que los grupos deben tomar para proyectar cambios en los paradigmas que requieren las organizaciones.

TABLA 1-5. CAMBIO DE PARADIGMAS

Paradigma antiguo	Paradigma nuevo
Especialidades separadas	Entorno interdisciplinario y global
La organización es comprensible	La realidad no es aparente, es incontrolable
Espacio – temporal definido	El espacio – tiempo es continuo
Gestión mecanicista	Indeterminada – integrada
La evolución es orden y estabilidad	La inestabilidad y el caos son creativos
Evolución gradual	Evolución por saltos
Leyes físicas inmutables	La complejidad cambia las leyes naturales

28 Aun cuando se consideraba que las bases de la ciencia eran científicas y por ende eternas, Kuhn demostró que un paradigma es válido en un momento histórico dado, es decir, que estos son inmutables y se modifican en función de las llamadas “anomalías” que el paradigma predominante no logra explicar. Cuando las anomalías son numerosas, la capacidad explicativa de la ciencia deja de satisfacer las expectativas de la comunidad científica y un nuevo paradigma emerge, creándose la nueva ciencia normal, que se convierte en una verdad relativa.

Paradigma antiguo	Paradigma nuevo
Materialista, reduccionista, determinista	No materialista, no reduccionista ni determinista
Tecnología ajena a la sociedad	Tecnología integrada a la sociedad

Fuente: adaptado de Zeraoui (2000).

b. *Integración de los métodos de investigación.* Los grupos de investigación en gestión tecnológica deberán tener como base la coexistencia de las tres formas de investigación: tradicional, participativa y en acción. La investigación tradicional permitirá generar marcos conceptuales, evaluar estados del arte, definir pertinencias, contextualizar el conocimiento, plantear métodos y diagnósticos. La investigación participativa contribuirá a concretar el conocimiento recibiendo retroalimentación a diferentes niveles de la organización o el sistema analizado. La investigación en acción debe darse necesariamente de tal forma que las universidades, los centros de desarrollo tecnológico, las incubadoras de empresas, etc., que generalmente actúan en calidad de sujeto concededor, haga presencia en los procesos de gestión estudiados, generando conocimiento en la interacción.

c. *Enfoque holístico de la investigación.* La investigación en gestión puede dividirse en cuatro tipos (Figura 1-19):

- *Investigación en ciencias básicas, ingenieriles y, en algunos casos, sociales,* de aplicación en una de las funciones de la gestión (estadística, ingeniería de operaciones y procesos, sociología industrial, etc.), fundamentada en la epistemología determinista.
- *Investigación en asesoría y consultoría,* cuyas memorias son escasas por lo pragmático de su ejercicio. En muchos casos sólo se obtiene como producto tangible el informe confidencial presentado a la empresa objeto de estudio.
- *Investigación de vanguardia,* realizada por grupos centrados en temáticas de limitada y difícil aplicación, tales como la complejidad, el desarrollo conceptual de las epistemologías constructivistas, la cibernética organizacional, etcétera.
- *Investigación para el desarrollo y aplicación de instrumentos,* efectuada por grupos de especialistas en cada uno de ellos, como en: calidad total, *benchmarking*, justo a tiempo, planeación, métodos prospectivos, etcétera.

FIGURA 1-19. ENFOQUE HOLÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN



Un principio estratégico para superar problemáticas en cuanto a los tipos de investigación consiste en la integración de estos, respondiendo a un enfoque holístico que asuma de forma efectiva la complejidad de la realidad circundante (Figura 1-19). Así será posible lograr una masa crítica de investigadores que puedan dar soporte al avance tecnológico y crear una cultura con capacidad de manejo de nuevos retos, es decir, de construir un nuevo estilo de gestión, centrada en la investigación aplicada a problemas concretos con resultados tangibles, la gerencia de proyectos y la del desarrollo tecnológico, lo cual conlleva en conjunto a una dinámica y racionalidad específicas, diferentes a la dinámica y racionalidad de la administración general (Vidal, 1996).

d. Interdisciplinariedad. Teniendo en cuenta que la gestión tecnológica en organizaciones modernas se construye y se desarrolla por la acción de profesionales provenientes de varias áreas del conocimiento, es evidente la importancia del carácter interdisciplinario que debe tener el grupo. Indistintamente de la forma como cada integrante acceda al conocimiento por profundidad y método, serán definitivos el respeto por el colega, la interacción de conocimiento entre áreas, la generación de lenguajes compartidos y comunes, así como la ejecución de proyectos de forma conjunta para mantener dinámicas de grupo y lograr con eficiencia y eficacia su misión y objetivos.

e. Flexibilidad y empoderamiento. Este principio, compuesto por dos atributos fuertemente relacionados por cuanto el uno es indispensable para la existencia del otro, facilitará la integración de la investigación tradicional con aquellas orientadas hacia el constructivismo, así como la investigación básica con la de vanguardia, de instrumentos y de asesoría. Los integrantes de los grupos deberán fortalecer de manera conjunta e integral los principios de pensamiento sistémico, la autonomía y autoridad tanto personal como

grupales, modelos mentales dinámicos y antiparadigmáticos, visión compartida y aprendizaje en equipo, aspectos que deben enmarcar al mismo grupo en la cultura de la organización que aprende. Según Senge (1992), ya no es suficiente tener una persona que aprenda para la organización. Ya no se puede seguir “pariendo ideas” en la cúpula y hacer que los demás sigan las órdenes de un “gran estratega”. Las organizaciones que realmente se destacarán como excelentes en el futuro serán aquellas que descubran la forma de aprovechar el compromiso y la capacidad del personal para aprender a todos los niveles de una organización.

f. Búsqueda permanente del conocimiento. La base fundamental de un equipo o grupo de investigación en cualquier área del conocimiento debe ser la permanente búsqueda del conocimiento, para lo cual es importante distinguirlo claramente de lo que es la información. Los lineamientos centrales del grupo deben girar alrededor de temáticas bien definidas, planteadas de manera sostenible y con objetivos de investigación viables de realizar en plazos razonables. La generación de proyectos debe responder a una priorización de actividades, en un contexto de continuidad de temas anteriores, lo cual debe garantizar coherencia, solidez y respaldo en los resultados obtenidos en cada etapa de la investigación. Se requiere evitar la ejecución de trabajos puntuales de poca o ninguna conectividad con los objetivos del grupo; la prioridad en las temáticas ha de estar determinada por la misión del grupo y su visión a largo plazo. El desarrollo de las investigaciones puede ser abordado desde diferentes enfoques metodológicos y epistemológicos, pero en cualquier caso exige ser coherente con la rigidez del método escogido. La generación de conocimiento no es un proceso espontáneo, precisa de continuidad en el tiempo, de convalidación externa y de una adecuada divulgación, lo cual es posible en un ambiente de construcción colectiva, soportada por un permanente trabajo en equipo. El aporte de cada miembro del grupo debe ser cada vez más enriquecedor mediante una cultura de aprender a aprender.

Complementariamente, esta estrategia puede asumirse tomando en cuenta lo planteado por Wiig (1998), quien propone que la generación de conocimiento en gestión tecnológica se basa en: (1) compartir el conocimiento entre individuos o crear capacidades elaboradas de distribución cognocitiva y educativa; (2) enfatizar en el uso de la tecnología para capturar, manejar y localizar el conocimiento (inicialmente, algunas empresas se centran en el manejo de información más que en el manejo del conocimiento); (3) utilizar mejor el conocimiento para elevar la efectividad; (4) construir y explotar el capital intelectual para incrementar el valor económico de la empresa.

h. Gestión de la información. La gestión estratégica de la información no se reduce al manejo de instrumentos como bases de datos, paquetes estadísticos e Internet; implica la generación, constante actualización y administración de un sistema integral de información - SII, el cual para su desarrollo contempla tres fases: (1) el *diseño conceptual*, que presenta los elementos constitutivos del prototipo propuesto y la interacción entre fuentes de información y usuarios a través de las herramientas desarrolladas (página *web* como elemento para el acceso global y bases de datos); (2) el *modelo de gestión del sistemas de información integral*, en el cual se plantean a través de la realización de un plan maestro los elementos necesarios para la gestión integral del sistema, incluyendo la adquisición, las fuentes, el procesamiento, el mantenimiento y la interpretación de la información; y (3) el *diseño de los instrumentos*, relacionados con la construcción y mantenimiento de las bases de datos, la página *web*, boletines y redes virtuales, etcétera.

Como antes se indicó, no debe confundirse la información con el conocimiento, pero sí es importante tener en cuenta que un adecuado manejo de la primera conduce a lo segundo; por ello, la relación entre este par de elementos fundamentales del equipo de trabajo debe ser permanentemente fortalecida. En este orden de ideas, la información se distingue de la comunicación, pero obviamente están involucradas de forma estrecha, aspecto que debe ser también vigilado y administrado conscientemente por el grupo. La estrategia centrada en la información plantea la importancia que esta tiene como prioridad constante para cualquier organización, más aún si desarrolla y transmite conocimiento, puesto que este debe ser interpretado como elemento fundamental en la toma de todo tipo de decisiones, y su adecuado manejo genera valor agregado en forma tangible.

1.5 Retos en gestión tecnológica para el siglo XXI

Con un adecuado desarrollo de la gestión tecnológica se logran generar modificaciones en las relaciones a nivel social y laboral, conduciendo a la cultura del cambio continuo y a la correcta asimilación de la tecnología y el conocimiento. Además, se contribuye con las relaciones de poder, las formas de negociación y, en general, con los diferentes elementos que garantizan el funcionamiento de las áreas de la organización, procesos productivos, sistemas de comunicación e información, entre otros. A continuación se mencionan los retos que debe afrontar la gestión tecnológica, particularmente en el contexto de países en desarrollo.

a. Gestión tecnológica orientada hacia un enfoque orgánico. Es necesidad real de fundamento para las organizaciones que pretendan ser competitivas en

el naciente siglo. El sistema administrativo que más se acomoda a las empresas envueltas en ambientes tradicionales y poco dinámicos es el mecanicista, el cual se caracteriza por una estructura de organización muy rígida, con tareas bien definidas, y con métodos, deberes y poderes asignados a cada función de manera precisa; sus interacciones tienden a ser verticales entre superiores y subordinados. En contraste, los sistemas administrativos orgánicos están mejor adaptados a las condiciones cambiantes del medio, se acomodan a condiciones inestables cuando surgen problemas y requerimientos de acción que no pueden ser separados y distribuidos entre funciones especializadas dentro de una jerarquía claramente definida; se caracterizan por el reajuste continuo de las tareas individuales a través de la interacción con otros, por establecer redes en lugar de controles jerárquicos, por su interés en las comunicaciones laterales más que verticales, y por una dispersión amplia del poder y gran influencia de la experiencia técnica y del conocimiento (Kast y Rosenzweig, 1998).

b. Generación de tecnología social. Representada por desarrollo de estructuras y sistemas de información, planeación integrada y procesos de control apropiados, así como con los programas para una selección, capacitación, desarrollo y motivación más eficiente de las personas. Actualmente es imposible trasladar las manifestaciones físicas de la tecnología (planta y equipo) sin antes proporcionar a los miembros de la organización las tecnologías sociales requeridas para su administración y, en caso de que estas no estén disponibles localmente o cuando menos sean factibles de desplegar por medio de capacitación y desarrollo, será necesaria su importación por medio de contratos con especialistas o con centros de información. Además de contar con el recurso humano como pieza fundamental para construir las ventajas competitivas de la organización, la gestión tecnológica se debe encargar de monitorear las fuerzas internas y externas para comprender y tratar las previsiones de los sistemas productivos y del mercado, adaptándose rápidamente a las evoluciones de la competencia y detectando nuevas ideas y oportunidades. Toda empresa debe estar organizada adecuada y pertinentemente de manera que logre enfrentar eficientemente dos clases de problemas (Sábato y Mackenzie, 1988): (1) externos, que resultan de la comercialización, el financiamiento, la propiedad industrial, los impuestos, la importación y exportación, los contratos con clientes y proveedores, etc.; (2) internos, relacionados con la producción y la productividad, costos, precios, salarios, beneficios sociales, contratación y entrenamiento personal, desarrollo de la cultura organizacional, protección de la información sobre la cual la empresa reclama derechos de propiedad, relaciones entre las distintas secciones de la empresa, etcétera.

En consecuencia, una de las características básicas de los líderes de estas organizaciones es la capacidad de integrar la profesión y los conocimientos

propios dentro de un análisis global de la empresa, sumada al conocimiento e interpretación del conjunto de los procesos desarrollados, dejando de lado la visión limitada de una tarea o área específica. Se sobrepasa el puesto de trabajo donde se está ubicado geográficamente, funcional o temporalmente, logrando excelentes niveles de relación e interacción, así como de dirección dentro de un marco colectivo (Aït-El-Hadj, 1990).

c. *Adopción de tecnologías y generación de conocimiento.* Desde el siglo XVIII la organización del trabajo se ha basado en la relación hombre/máquina; el aumento de la eficacia se debía al aumento de la rapidez de las operaciones, el hombre y la máquina progresaban paralelamente en tiempo de realización. Con la introducción masiva y la generalización de sistemas informatizados se ha logrado sustituir en parte el trabajo del hombre, transformando sus métodos y ritmo laboral; ahora se utilizan con mayor frecuencia máquinas para la conservación, tratamiento y análisis de información, capaces de asumir por sí solas el control de los procesos productivos, como es el caso de los *robots* o de los procesadores de control numérico, disminuyendo la carga física del trabajo, lo cual debe traducirse en la reubicación del trabajador hacia el desarrollo de actividades basadas en la generación de conocimiento.

Las nuevas concepciones han modificado el principio aportado por Taylor al inicio del siglo XX de adaptar al trabajador a la rapidez máxima de la máquina que utiliza. Se ha comprobado que el trabajo humano no puede estar ajustado al ritmo de la máquina, y que, por el contrario, las nuevas tendencias demarcan desconexión, lo que implica una separación en el tiempo de trabajo propiamente humano retornando a su capacidad normal y centrando su atención en tareas relacionadas con la planeación, organización, control, mantenimiento y seguridad (Aït-El-Hadj, 1990). En las nuevas formas de organización, el conocimiento comienza a tomar nuevas dimensiones. La posición de cada persona es producto de su conocimiento y del que pueda adquirir, edificando su propia capacidad de acción, realizando un proceso consciente de adquisición y de desarrollo continuo de conocimiento, logrando de esta forma una adaptación dinámica a una realidad en evolución permanente (Mejía, 1998).

La adopción de la tecnología, su desarrollo y uso como variable fundamental para la toma de decisiones dentro de la organización, han generado nuevas formas de dirección que, según Rodríguez y Cordero (1999), involucran: (1) integración de la tecnología en los objetivos estratégicos de la compañía; (2) ser proactivos en introducir nuevas tecnologías, productos y procesos; (3) aumentar la productividad y mejorar el comportamiento de la comunidad técnica de la empresa; (4) entender las necesidades de interdisciplinariedad en el manejo

directivo de la organización; (5) analizar los recursos y la infraestructura para seleccionar eficazmente el alcance técnico del esfuerzo del trabajo.

d. Apropiación crítica de los criterios de desarrollo. Comúnmente se acepta que modernizar una empresa es adquirir equipos nuevos, lo que ha llevado en muchos casos a graves crisis financieras, a una imagen distorsionada de lo que es la organización, y a prevenciones por parte de los empresarios a emprender procesos de cambio. Frente a lo anterior, el término moderno se encuentra asociado con moda y modernización²⁹ y a su vez con la percepción que se puede tener del cambio y de la innovación.

Curiosamente las organizaciones han enfocado su atención en los procesos de modernización dejando de lado su recurso más valioso: el ser humano y su propia modernidad. Esta modernidad, que debe ser concebida en principio por los niveles directivos, plantea: (1) dejar de lado el individualismo y empezar a trabajar en su tejido social como factor clave para el éxito de todas las iniciativas de transformaciones; y, (2) tomar en cuenta elementos propios de la cultura organizacional como la motivación y la participación, centrar sus intereses en la formación y capacitación de todos sus integrantes, dar paso a la incorporación de nuevas tecnologías. Por esta razón, es tan importante la tecnología como el conocimiento de su potencial, y es en este punto en el que la gestión tecnológica entra a jugar un papel importante como parte esencial en la apropiación de las nuevas técnicas, actividades o procesos, y que por medio de un adecuado sistema de planeación, organización, control, dirección y coordinación logra establecer los elementos que garantizan la eficacia de los esfuerzos invertidos.

De otro lado, la idea de eficacia³⁰ se ha interpretado como una de las exigencias prioritarias de los procesos productivos y su administración, haciendo

29 Se entiende por *modernización* la capacidad de transformar el entorno material mediante la apropiación de la naturaleza por el hombre, modificando el orden social inducido por los cambios derivados del desarrollo de la ciencia y la técnica; por *modernidad*, la transformación del hombre como centro de la sociedad, adoptando su propia naturaleza, es decir, el proceso de construcción de actores sociales provistos de una visión secular del mundo con capacidad para actuar sobre el mismo; y por *modernismo*, la ideología que acompaña estos procesos y le otorga sentido a los mismos (Corredor, 1992).

30 La eficacia comprende la evaluación del impacto social de la acción de las organizaciones; depende de la capacidad que posean para aumentar la productividad. Es un concepto dinámico e integral aplicable a la evaluación de los objetivos y resultados de las organizaciones, comprende la sumatoria de productividad, eficiencia, calidad e impacto social y ecológico positivo (desarrollo sostenible). La eficiencia define el menor gasto de trabajo social, es decir, que consigue el gasto mínimo (óptimo) de trabajo para lograr la obtención de un volumen de producción determinado (Gutiérrez, 1996).

necesario alcanzar los mejores resultados posibles y reforzar sin tregua el alcance que estos tengan. La búsqueda de la eficacia influye sobre las condiciones en la toma de decisiones, forzando a reducir hasta el mínimo la parte de azar e incertidumbre que tiene este proceso. Lo anterior es posible recurriendo a técnicas como los sistemas de información y de previsión y sustituyendo el empirismo y la subjetividad por un análisis lógico, coherente y completo de los datos disponibles y de las variables conocibles (Chevallier y Loschak, 1983).

Por lo anterior, es necesario tomar en cuenta que uno de los objetivos primordiales de la gestión tecnológica es evaluar la eficacia de sus operaciones. Sin embargo, no siempre es posible llevarlo a cabo en todas las áreas de la organización, como es el caso de la generación de la tecnología. Aunque los beneficios ocasionados por las aplicaciones de los proyectos tecnológicos exitosos son innumerables, el problema radica en el proceso de producción y en la evaluación *durante* la realización de los proyectos de desarrollo e innovación tecnológica³¹.

Por esta razón, las definiciones y concepciones en los indicadores tradicionales de desarrollo tecnológico que permiten medir los niveles de eficiencia y efectividad de las operaciones industriales normales (no incluyen la producción de tecnología como insumo o como producto final) deben ser transformados o adaptados a las necesidades específicas de las empresas que manejan tecnología, incluyendo elementos que permitan evaluar aspectos propios de la personalidad de los encargados de su manejo como su creatividad o percepción de lo *moral*. Además, es necesario tomar en cuenta que no siempre “lo eficaz es verdadero”, y que no todo se debe medir por sus resultados. Asimismo, no es suficiente conocer el *cómo* limitándose al presente, dejando de lado el *por qué*, factor esencial para conocer los orígenes, las razones de las acciones desarrolladas y los beneficios obtenidos durante y después de la ejecución del proceso (Le Mouël, 1992).

e. Desarrollo de la gestión tecnológica a partir de estrategia organizacional. La estrategia³² es entendida como el patrón o plan que integra las principales

31 La afirmación planteada puede ser explicada mediante las características específicas en la producción de tecnología (Sábato y Mackenzie, 1988): los productos del desarrollo e innovación tecnológica son únicos y no se puede pensar en una línea de producción; el paquete tecnológico a producir puede ser aún desconocido, en su forma final, al comienzo del proceso, o sufrir modificaciones sustanciales durante su producción. El costo de producción es muy difícil de estimar, debido a la compleja naturaleza del desarrollo tecnológico.

32 El concepto de estrategia es conocido históricamente como el arte de dirigir las operaciones militares o la habilidad para dirigir un asunto cualquiera, está relacionado con tácticas y maniobras.

metas y políticas de una organización, y, a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar (Mintzberg y Brian, 1993). Dentro del contexto, este concepto ha evolucionado y tomado una gran importancia, dado que los gerentes y administradores (incluso los de tecnología) han visto la necesidad de no limitar sus actividades a labores netamente funcionales, sino aprender a centrarse en la función estratégica, que implica un enfoque amplio de largo plazo y que permite hacer un diagnóstico general de la empresa y los sistemas productivos, para encaminar los esfuerzos hacia el logro de sus objetivos, dentro del marco de un mejoramiento continuo (Sallenave, 1990).

La gestión tecnológica, adicionalmente, debe ser una respuesta adaptativa al medio ambiente externo, así como a los cambios relevantes que en él ocurren, facilitando la creación o la preservación de la superioridad competitiva en el área elegida de actividades, tratando de no agotar los recursos disponibles ni de generar problemas irresolubles.

f. Asimilación del papel de la propiedad intelectual en la investigación en gestión tecnológica. La propiedad intelectual, que cada vez toma mayor vigencia y rigurosidad, debe ser conocida y adecuadamente asimilada en los modelos y estructuras de investigación, por cuanto frecuentemente por desconocimiento e ingenuidad en su manejo, se cometen abusos. Los resultados de cualquier tipo de investigación son objeto de protección por medio de normas y leyes. La Ley 23/82 sobre derechos de autor, en su artículo 4, indica que el ejecutor de un proyecto de investigación y desarrollo, en este caso en gestión tecnológica, es el titular de los derechos reconocidos legislativamente. Por ello, el reto para los actores de decisión y ejecución en esta área consiste en generar mecanismos de conocimiento, consulta y divulgación de los elementos fundamentales de este tipo de propiedad.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

Para obtener los mayores niveles de eficiencia en los procesos productivos y organizacionales es necesario resolver algunos interrogantes: ¿cómo hacerlo?, ¿cuánto esfuerzo se invierte?, ¿existe una manera más eficiente de producir?, ¿cómo mejorar la productividad? Estos planteamientos habitualmente son abordados a corto plazo y las soluciones no se integran de manera sistémica. Sin embargo, con el entendimiento de la tecnología como un componente dinámico en los sistemas productivos, que para su adecuado desarrollo y asimilación debe interactuar con las demás funciones estratégicas de la organización, el desarrollo tecnológico queda cada vez más supeditado a escenarios cambiantes y adaptativos.

En este contexto, la incidencia de la gestión tecnológica se ha manifestado alrededor de tres temas fundamentales que son recurrentes en los estudios especializados: *el direccionamiento estratégico del desarrollo tecnológico, la transferencia de tecnología y la gestión de la innovación tecnológica*. A través de las diferentes etapas en la evolución de la gestión tecnológica, referenciadas en el capítulo anterior, estos elementos han sido transversales y han migrado de modelos elementales a sistemas cada vez más complejos.

En este capítulo se desarrollarán cada uno de estos componentes, abordando su base conceptual, así como su interpretación y su evolución en el contexto colombiano. En el último acápite se muestran algunos estudios sobre la aplicación de los fundamentos de la gestión tecnológica en diferentes contextos, en donde la sustentación teórica ha llevado a la confrontación en sistemas productivos reales, permitiendo generar ajustes en los conceptos, conocimiento de la

realidad empresarial y propuestas de estrategia para el mejor direccionamiento de los procesos productivos de las empresas.

2.1 Direccionamiento estratégico de la tecnología

La generación y aplicación de estrategias para el direccionamiento del desarrollo tecnológico implica procesos de conocimiento de la realidad nacional e internacional en el tema, participación de los actores involucrados (Gobierno, industria, academia, entidades financieras, etc.), concertación y socialización. En países de la región esta dinámica es compleja y cuenta con tan solo unas pocas décadas de experiencia. La primera parte del presente acápite se ocupa de analizar este proceso, enmarcado en la formulación de política industrial, la cual a su vez se convierte en el marco referencial del desarrollo de la gestión tecnológica. Posteriormente, se aborda la planeación tecnológica como herramienta de definición de políticas en desarrollo tecnológico en diferentes niveles de organización del aparato productivo: micro meso y meta.

2.1.1 *Política industrial*

En la medida en que en un país se reconocen sus necesidades, el Estado interviene por medio de la generación de políticas públicas³³, dentro de las cuales se encuentran las industriales, cuyo objetivo es regular la competencia interna e impulsar la industria nacional hacia mercados externos, facilitando su permanente ajuste a la evolución del patrón de ventajas comparativas (Nelson, 1993; Mindesarrollo, 2000) de forma tal que se generen beneficios económicos y sociales.

En este contexto, los sistemas productivos responden a señales provenientes de su entorno para adquirir y adaptar tecnología y mejorarla en el tiempo, con el propósito de construir sus capacidades tecnológicas y ventajas competitivas. En tales decisiones influyen la estructura de incentivos, los mercados de factores y recursos (habilidades, capital, tecnología, proveedores) y las instituciones (de enseñanza y capacitación, tecnológicas, financieras, etc.). El desarrollo

33 Las políticas públicas se entienden como las medidas gubernamentales que buscan controlar o encaminar las acciones de los distintos actores implicados en una determinada actividad con connotaciones sociales y económicas para el país, con el fin de reglamentar las acciones emprendidas por estos y optimizar el logro de objetivos (Garay, 1992).

tecnológico en las últimas décadas se ha venido estimulando por la creación y desempeño de sistemas de innovación –generalmente de carácter nacional–, los cuales determinan en gran medida el ritmo de generación, adaptación, adquisición y difusión de conocimientos tecnológicos en todas las actividades productivas (Nelson, 1993; Cepal, 1996). Según este enfoque, se considera que los principales componentes de un sistema nacional de innovación están articulados de manera sistémica en tres niveles diferentes y cada uno de ellos ofrece un marco distinto para elaborar y promover las políticas de desarrollo tecnológico, industrial y económico (Guijarro y Orgaz, 2005): (1) las empresas y el sistema productivo; (2) las redes y otros mecanismos de integración entre las empresas, estas con la academia, los entes regionales de gobierno, organizaciones dedicadas al fomento de la actividad productiva, etc.; (3) el ámbito de país y sistemas nacionales de producción, lo cual genera la base ámbito para la generación y promoción de la política industrial nacional.

Una política industrial consta de medidas verticales y horizontales. Las primeras apuntan a mejorar los niveles de productividad, las condiciones para el desempeño sectorial, y a estimular la competitividad; las segundas son neutras entre los sectores, no discriminatorias y de una temporalidad definida, fundamentalmente orientadas a corregir fallas del funcionamiento de los mercados para que sus estructuras permitan un grado de competencia cercano al de los mercados perfectos, así como a mejorar la dotación de factores de desarrollo tecnológico y a velar por la calidad de los mismos.

En Estados Unidos, la mayor economía del mundo, las políticas industriales tienen varias características interesantes: (1) se desarrollan tanto en el nivel nacional como en el regional; (2) tienen una clara intervención del Estado; (3) los sectores industrial y laboral se basan en trabajos de previsión y prospectiva; (4) actúan directamente sobre variables incidentes en la investigación y el desarrollo, tales como la innovación, sustentándose en entidades especializadas en cada una de estas áreas, así como en sociedades industriales y bancarias para la cofinanciación de los proyectos (Garay, 1992).

Otro caso que debe mencionarse es la reciente industrialización del sudeste asiático. Los países de esta área geográfica fortalecieron notablemente su crecimiento económico, industrial y tecnológico, para lo cual se basaron en estrategias de protección a la industria y políticas orientadas al fortalecimiento de sectores exportadores, desarrollos sectoriales, generación de nuevas tecnologías y novedosas prácticas comerciales, fortalecimiento del sector educativo, así como la creación de estrategias de transferencia, adaptación y creación de tecnología, con la participación de los sectores estatal y privado.

Todos estos mecanismos se establecieron con recursos generados mediante un alto endeudamiento con otros países, que luego fue pagado gracias a los objetivos que lograron cumplirse³⁴.

En el caso latinoamericano, en el cual Colombia tiene obviamente mucha similitud e incluso en algunos casos, donde solamente se han diferenciado por el contexto político y social en el cual se insertan, desde los años cincuenta del siglo pasado y hasta la década de los ochenta, la política industrial se basó en la sustitución de importaciones y en la protección del mercado interno. Este modelo sirvió para la creación de una base industrial importante y se justificó en las notorias debilidades de estas economías en cuanto a infraestructura, capacitación laboral, capital y fortaleza industrial. En los años setenta, sin embargo, empezaron a presentarse problemas significativos ya que la generación de divisas no era suficiente para suplir las necesidades de importación, se presentaba una alta oligopolización, la oferta laboral no aumentaba lo suficiente y el crecimiento acelerado de la tecnología ampliaba la brecha con los países desarrollados, afectando considerablemente la economía de la región.

En Colombia, al igual que en la mayoría de los países latinoamericanos, desde la década de los cincuenta la planeación se basó en un modelo que proponía básicamente invertir en algunas regiones y sectores productivos de acuerdo con su tamaño o sus especializaciones industriales o comerciales, asumiendo que los beneficios logrados sectorialmente se extenderían de forma automática a todo el país. Además de esto, desde 1967 se fomentaron activamente las exportaciones, pero en este caso también se favorecía especialmente a los exportadores a través de subsidios que en realidad generaban un sesgo antiexportador (Alameda, 2002).

2.1.1.1 Aspectos de desarrollo tecnológico y política industrial en los últimos periodos de gobierno

Durante el gobierno de Lleras Camargo, en la década de los sesenta, se formula el primer plan general de desarrollo de Colombia. Con este plan se inició

34 El éxito de este modelo se debió, además, a la estabilidad política que presentan estos países, así como al hecho de ignorar en determinado momento las normas de la Organización Mundial de Comercio, OMC. Los resultados obtenidos por estos países los sitúan en la actualidad como importantes exportadores de ciencia y tecnología, con una distribución del ingreso bastante homogénea y con una gran disminución de la brecha tecnológica respecto a los países desarrollados.

una era de planificación colombiana que desde entonces se expresa en términos de planes de desarrollo global y refleja que Colombia emprendió la tarea de tomar medidas a largo plazo, evitando la improvisación (Alameda, 2002).

En el gobierno de Barco (1986-1990) se llevó a cabo una serie de planes sociales que se orientaron principalmente al desarrollo de infraestructura, el apoyo para el sector agrícola y la erradicación de la pobreza. Las medidas económicas, por su parte, buscaron promover las exportaciones y el papel del sector privado en lo relacionado con inversión, aumento de la productividad y desarrollo tecnológico del país. Se observa también que durante este gobierno empezó la transformación del modelo económico (de un enfoque proteccionista del mercado interno a la apertura a los mercados externos). Se desarrolló el Programa de Modernización de la Economía, que básicamente planteaba una estrategia de reducción gradual de aranceles, atacando problemas como el contrabando y la regulación de la competencia en el mercado interno. Se buscó la adecuación del aparato productivo para atender un nivel más elevado de competencia y aumentar la competitividad, a través de la Misión de Ciencia y Tecnología. Paralelamente, se realizaron algunos tratados internacionales buscando preferencias para los productos nacionales en estos mercados. Se destacó, igualmente, la descentralización de la administración de los recursos del país, que se buscó otorgándole una mayor autonomía a los municipios (Cuéllar, 2002).

En el periodo de gobierno de Gaviria (1990-1994) se concluyó el proceso de apertura iniciado en el gobierno Barco, pero no en forma gradual (cinco años) como inicialmente se había planteado. Se redujeron los aranceles y se buscó un aumento en la inversión extranjera, se realizaron privatizaciones y reformas (laboral, cambiaria y financiera). El fin principal de varias de estas acciones fue disminuir la intervención del Estado; también se tomaron medidas como otorgar autonomía al Banco de la República con el fin de mantener una estabilidad macroeconómica. Se realizaron nuevos acuerdos internacionales y se enfatizó el interés en las exportaciones con la creación del Ministerio de Comercio Exterior. Se puede también mencionar que la política industrial planteada en este gobierno no fue precisamente una fortaleza y no hubo un impulso a la creación de centros de desarrollo tecnológico – CDT. Sin embargo, estructuras nuevas como el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, y medidas referentes a propiedad intelectual y tecnología ambiental, fueron particularmente importantes para el desarrollo tecnológico venidero (Hommes, 2002).

A pesar de que esta política corrigió las fallas de antiguas medidas estatales como la protección excesiva a las industrias, que las hacía poco competitivas,

no presentó planes concretos que orientaran la actuación de las industrias, sino que se limitó a tratar de asegurar un equilibrio macroeconómico y a mejorar algunas condiciones en cuanto a educación y tecnología. Se logró aumentar la competitividad y productividad de algunos sectores industriales, fortalecidos por la inversión extranjera que por un lado jalonó el desarrollo tecnológico y por otro aumentó la competencia interna haciendo que las empresas ya existentes (privadas o públicas) buscaran expandir su capacidad de producción dirigiéndose al mercado externo. No obstante, otros sectores presentaron problemas serios de adecuación a esta nueva política, siendo el sector agrícola uno de los más afectados, pero no solo por la presencia de nueva competencia, sino porque los programas enfocados a este sector favorecían únicamente a los grandes agricultores.

En el período de gobierno de Samper (1994-1998) se buscó atender el problema de la competitividad y productividad de las industrias con un enfoque sectorial. Acciones destacables fueron la creación de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, los Acuerdos Sectoriales de Competitividad, el Sistema Nacional de Innovación (SNI), los centros virtuales y la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT). Dentro del SNI se creó la Red Nacional de Centros de Desarrollo Tecnológico e Incubadoras de Empresas, que ha sido importante como medio de apoyo y asesoría al sector productivo en diversos aspectos tecnológicos y en diferentes ramas de la industria. Se buscó dar a la investigación y el desarrollo tecnológico un impulso importante con esta y otras medidas y, a su vez, se vieron favorecidas las relaciones universidad–empresa. Cabe mencionar que en este periodo se agravó la crisis del desempleo, llegando a niveles muy elevados, lo que tuvo graves repercusiones en el desarrollo tecnológico y económico del país.

Durante esta administración, además, se cambió el esquema de los CDT, cuya existencia y funcionamiento comenzó a depender de las demandas por servicios y del establecimiento de alianzas estratégicas entre usuarios, generadores de conocimiento y agencias de gobierno. Dentro de las estrategias planteadas, se promovió la recuperación del sector agropecuario, el desarrollo de tecnologías limpias y la promoción de las exportaciones más que de las importaciones, todo esto enmarcado en la continuidad del proceso de apertura e internacionalización. Totalmente al contrario del gobierno anterior, en este plan de desarrollo se dejó de lado el aseguramiento de una estabilidad macroeconómica y se relegó gran parte de la financiación necesaria para la promoción tecnológica al sector privado. Los requerimientos en política comercial se enfocaron básicamente a las negociaciones internacionales, el plan de exportaciones y las políticas de estímulo a la competencia en el mercado interno. Sin embargo, no se

generaron estrategias específicas en aspectos claves de la tecnología como la biotecnología, la electrónica, los nuevos materiales y la química fina, y se descuidó la capacitación laboral (Martínez *et al.*, 1995).

En su plan de gobierno (1998-2002), Pastrana continuó esencialmente con programas de la administración anterior referentes al direccionamiento industrial y el desarrollo tecnológico, acentuando la atención sobre las exportaciones al generar programas específicos para su fomento, y dentro de la política industrial dio un apoyo importante a la pequeña y mediana empresas como fuentes de desarrollo del país en diferentes campos. En este periodo de gobierno además se formularon políticas en ciencia y tecnología, y en productividad y competitividad. El enfoque sectorial se enfatizó aún más, así como el concepto de cadena productiva, incentivándose varios programas que favorecieron la interacción Estado–universidad–industria. Debe destacarse en este periodo el reconocimiento cada vez mayor que se otorga al desarrollo tecnológico y la innovación como motores fundamentales de la competitividad y productividad de la industria nacional (Cárdenas, 2002).

Durante el primer periodo de gobierno de Uribe (2002-2006) se planteó la búsqueda de: (1) mayor inversión en la pequeña y mediana empresas; (2) agrupación de municipios vecinos por medio de una unidad de asistencia agrícola a través de un convenio con empresas solidarias; (3) adecuado manejo macroeconómico; (4) revolución educativa orientada a mayor cobertura universal; (5) la capacitación técnica. Adicionalmente, se propuso la creación de cooperativas en el sector agropecuario para el mercadeo de insumos y productos finales, así como empresas productivas y bancos de maquinaria para unir pequeños y medianos exportadores; mantener la exención tributaria con la condición de que los excedentes sean aplicados a la revolución educativa; impulso a gremios, a las cadenas productivas y a la investigación. El desarrollo tecnológico se ha proyectado en el marco de la llamada Agenda 2019, la cual busca proyectar el país a más de diez años. Bajo el liderazgo del Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Colciencias y el Departamento Nacional de Planeación – DNP, se han promulgado las bases para una política pública en innovación y desarrollo tecnológico, pionera en este sentido en Colombia.

2.1.1.2 Análisis de la política industrial nacional

Dentro de la situación actual de política industrial se pueden destacar características favorables y desfavorables. Desde el gobierno Barco se ha generado una dinámica de crecimiento en la formulación de programas y

políticas para incentivar el desarrollo tecnológico, lo cual muestra que se ha logrado una concientización sobre su importancia, obteniéndose relativamente buenos resultados, los cuales tendrían un mayor impacto si la inversión en investigación y desarrollo aumentara tanto por parte del Estado como del sector privado, alcanzándose el valor promedio que presentan los países industrializados.

Infortunadamente, la política industrial ha sido implementada como una estrategia de gobierno, por lo cual muchos de los programas son susceptibles de no ser continuados o por lo menos de no recibir la misma atención que en el gobierno anterior, generando incertidumbre en el ámbito económico e industrial; por tanto, sería conveniente que estas estrategias se concibieran como políticas de Estado, con una visión a largo plazo. En la actualidad gran parte de las entidades estatales han sido privatizadas con el fin de mejorar su eficiencia, pero en algunos casos esto ha generado problemas económicos y sociales. En cuanto al comercio internacional, las políticas de promoción de exportaciones se han ido fortaleciendo, lográndose algunos resultados. Sin embargo, no se ha buscado satisfacer suficientemente la demanda interna por medio de la producción nacional. Además, aunque se ha aumentado la oferta exportable, esta se basa en productos de bajo valor agregado y materias primas, principalmente. Finalmente, se debe subrayar que si bien se reconoce un avance en el desarrollo de políticas públicas orientadas hacia el desarrollo tecnológico e industrial del país, la principal tendencia, como se mencionó con anterioridad, radica en la falta de continuidad y en una carencia de planeación a largo plazo. La gestión tecnológica, enfocada desde la generación de política pública, es entonces uno de los grandes retos por consolidar en países con economías emergentes en los cuales es característico, cuyo comportamiento se asemeja al encontrado en Colombia.

2.1.2 *Planeación tecnológica*

Con frecuencia los problemas de planeación encontrados a nivel país son semejantes en las empresas. Generalmente, del plan estratégico formulado por la organización se deriva el direccionamiento de la componente tecnológica, el cual a su vez, debe en teoría contribuir a forjar el plan estratégico. De acuerdo con García (1990), la relación entre planeación estratégica - PE y planeación tecnológica - PT, aborda aspectos como: (1) dimensión tecnológica como insumo de la planeación estratégica, tomando en cuenta información interna y externa de índole tecnológica; (2) estrategia tecnológica en una organización, definiendo cuál es la importancia relativa de la tecnología en la organización y

la posición de la empresa tecnológicamente; (3) planeación estratégica de la función tecnológica; entre otros.

Toda organización involucra diferentes tipos de tecnologías, y cualquiera de estas (no sólo las relacionadas con los productos y procesos de manufactura) puede tener un impacto significativo en la competitividad. Igualmente, cualquier decisión sobre la variable tecnológica puede tener implicaciones en otras funciones o departamentos de la empresa; por tanto, al definir una estrategia tecnológica es necesario tener en cuenta todas las áreas de la entidad.

Los planes tecnológicos de las empresas pueden incluir medidas rutinarias para: elevar la productividad, adecuar la calidad en el proceso productivo, encontrar materias primas nuevas para determinada aplicación, reducir el consumo de energía o fuentes de energía menos contaminantes y más eficaces, reusar y reciclar residuos, reducir costos, disminuir los tiempos muertos, rediseño continuo de procesos, entre otras. Así mismo, puede incluir esfuerzos de innovación en: producto, proceso, materias primas, energía, medio ambiente, formas de gestión o administración, procedimientos, etcétera.

En este contexto, la estrategia tecnológica se plantea como un conjunto de decisiones que se toma de forma oportuna para adquirir, desarrollar e incorporar el conocimiento tecnológico en su organización. La capacidad empresarial para diseñar y adoptar estrategias competitivas basadas en el uso intensivo del conocimiento³⁵, la innovación permanente y el diálogo con el público, se constituyen en la base del éxito del negocio en el largo plazo.

La alternativa empresarial más importante para asegurar su competitividad es mejorar la capacidad para crear, introducir y comercializar nuevos productos y procesos. Con este propósito, es necesario establecer una estrategia tecnológica que conduzca a la empresa a adaptarse al medio competitivo de manera oportuna, eficaz y flexible, desarrollando capacidades para mantener un flujo de innovación permanente.

Una buena planeación tecnológica debe enmarcarse dentro de algunos aspectos claves, como (Handscombe y Norman, 1993; Bernal y Laverde, 1995): (1) visión de largo plazo; (2) constituirse en un documento claro y conciso; (3)

35 Para que una empresa pueda asumir este tipo de estrategias, requiere de una capacidad interna de gestión que permita una adecuada organización y evaluación de las decisiones relacionadas con esa variable (Cañas, 1989).

aceptación del riesgo; (4) anticipación a los cambios, mediante buen monitoreo y análisis prospectivo; (5) concentración de esfuerzos en la línea estratégica; (6) flexibilidad para adaptarse rápidamente a las reacciones del cliente y de la competencia, entre otros.

De hecho, el uso efectivo de la tecnología en sí es una herramienta fundamental en los procesos modernos de planeación. La explotación de las tecnologías, particularmente de la informática, contribuye a conseguir una posición competitiva en el mercado, para lo cual es importante su adecuado conocimiento y asimilación en los sistemas de gestión (Handscombe y Norman, 1993). En síntesis, el proceso de planeación tecnológica debe encaminar a la empresa hacia el uso integrador de la tecnología, generando el desarrollo y aplicación de nuevos productos, servicios, procesos y sistemas tanto para los mercados de consumo como para los industriales.

2.2 Transferencia de tecnología

Las economías en desarrollo, donde no existe la capacidad ni tradición suficientes para la generación endógena de tecnología, se ven en la obligación de importar la gran mayoría de los bienes de capital de trabajo a elevados costos, lo cual, a su vez, genera dependencia tecnológica y comercial. Empero, la transferencia de tecnología puede llegar a ser la principal alternativa para evitar el rezago ante los continuos cambios y los nuevos avances en este campo e iniciar un aprendizaje local. En este contexto, el sistema productivo debe prepararse para ser, más que consumidor de tecnología, un generador de capacidad de localizar, analizar y evaluar las tecnologías ya existentes y disponibles, con el fin de llevar a cabo procesos adecuados de negociación, asimilación y apropiación que conduzcan a la adquisición de paquetes pertinentes a sus necesidades específicas.

Como se vio en el capítulo 1, existen organizaciones que se dedican a la generación de tecnologías para su comercialización, mientras que otras deben buscar el acceso a estos adelantos tecnológicos para su incorporación a procesos productivos, productos y nuevas formas de gestión, puesto que requieren adecuarse cada vez más rápido a los continuos cambios que impone el entorno.

En este sentido, y dentro del marco de una adecuada gestión tecnológica, la transferencia de tecnología juega un papel prioritario a la hora de definir estrategias que permitan la consolidación y avance de empresas y sectores produc-

tivos. Por ello, aprehender el concepto de transferencia y lo que este implica llevará a realizar dicho tipo de procesos con mayor eficiencia, lo cual evidentemente redundará en un mejoramiento de la posición competitiva actual.

2.2.1 *Conceptos de transferencia de tecnología*

Existen diversos enfoques referentes al concepto de transferencia tecnológica que se encuentran muy influenciados por las características del entorno donde se presente este proceso, como también por el tipo de actores que se encuentran en negociación. A continuación se exponen algunas de las definiciones que diversos autores han formulado al respecto.

La transferencia de tecnología es el proceso mediante el cual se identifican, categorizan y caracterizan las necesidades y demandas de los productores de un sector determinado, se formulan recomendaciones o alternativas de solución tecnológica (adquisición de equipos, por citar un ejemplo), con el propósito de lograr su adopción y asimilación, logrando así la satisfacción de las necesidades y demandas analizadas (Gaynor, 1996; De la Rosa *et al.*, 1997). También se interpreta como una regularidad universal, inherente a toda organización y país como vía de acceso al vertiginoso avance de la ciencia y la tecnología en el contexto mundial actual. Como proceso, la transferencia de tecnología se puede interpretar como la transmisión de tecnología y su absorción, adaptación, difusión y reproducción por un aparato productivo distinto al que la ha generado.

En ocasiones, el concepto de transferencia de tecnología se encuentra en la literatura con una connotación negativa, debido a que implica movilidad, denotando barreras e interfaces que deben ser traspasadas. Sin embargo, este proceso es más complicado que una simple movilidad de recursos, ya que la tecnología es asimilada de diferente forma en función de cada organización. Algunos autores denominan este proceso *transición*, debido a que implica un cambio de estado y simultáneamente de movimiento. Otros usan *unión para comercializar (joint commercialization)*, para enfatizar la relación o sociedad que se requiere para alcanzar una transferencia exitosa (Rodríguez y Cordero, 1999).

Usualmente se entiende como transferencia de tecnología la entrega parcial o total, o intercambio, de cualquier forma de conocimiento de un agente a otro, ya sea en forma de paquetes tecnológicos de información, procesos, productos, equipos y operación, protocolizada en contratos de prestación de servicios. En

los países desarrollados la transferencia de tecnología se aplica al traspaso de conocimientos técnicos desde los centros de investigación y desarrollo hacia los centros de producción. En cambio, en los países en desarrollo se refiere fundamentalmente a la adquisición de tecnologías de producción por parte de aparato productivos, proveniente de los países más aventajados tecnológicamente. En su forma más amplia puede definirse como el traspaso de un conjunto de conocimientos, prácticas productivas, equipos, etc., de una entidad a otra (Cañas, 1989). El proceso de transferencia de tecnología requiere de una estructura que comprenda la actividad de creación de conocimientos (investigación), la difusión (comunicación) y su utilización (asistencia técnica integral) (Bustamante, 1977).

De otro lado, la transferencia de tecnología también puede entenderse como el proceso de validación, ajuste y entrega de recomendaciones tecnológicas a los usuarios, a través de diferentes medios de comunicación, capacitación y asistencia técnica, a fin de que la conozcan, la aprendan y la adopten (Herrera, 1994). Una definición, que pretende abarcar varios de los tópicos anteriores, plantea que la transferencia de tecnología consiste en la comunicación de conocimientos sistemáticos necesarios para la fabricación de un producto, la aplicación de un procedimiento y la prestación de un servicio. No se aplican a las transacciones comerciales de venta o solamente de arrendamiento de bienes, pero sí al tipo de cesión, venta o concesión bajo licencia de todo tipo de propiedad industrial, y las comunicaciones bajo la forma de saber hacer *know how* y para proyectos *llave en mano* de una instalación (Sirera, 1993).

Más recientemente, Kumar (1999) y Takahashi (2002), desde una percepción amplia, proponen a la transferencia de tecnología como un proceso complejo que involucra la identificación de la tecnología requerida, la selección de contratación y formalización (*joint venture*, cooperación en investigación y desarrollo, licenciamiento, etc.), los mecanismos de transferencia (entrenamiento, *software*, información técnica referente a la tecnología transferida, etc.), así como una completa implementación, absorción y mejoramiento de los conocimientos tecnológicos adquiridos. Al analizar las anteriores definiciones se observa, en general, que la transferencia de tecnología se considera o clasifica como proceso, el cual abarca los siguientes elementos: usuarios, proveedores, tecnologías, comunicación, adopción y estructura u organización. Identificar la transferencia de tecnología como un proceso significa que está compuesta por elementos interrelacionados entre sí, los cuales están orientados, en últimas, a satisfacer las necesidades de los usuarios con el propósito de mejorar su nivel de vida.

Se aprecia también una gran preocupación por relacionar la investigación con la transferencia, lo cual es importante, pero se debe recalcar que estos términos se deben integrar por la necesidad de generar su producto final común: nuevas tecnologías. A su vez, la tecnología se relaciona con la investigación mediante la detección de los problemas de los usuarios.

La transferencia se puede clasificar según el tipo de acuerdos en (Aguirre, 1997): licencia (patentes, uso de marcas, *know how*, derechos de autor y franquicias), de inversión extranjera (subsidiarias de propiedad completa, *joint ventures*, concesionales, producción compartida, servicios de riesgo, privatización); acuerdos de consultoría, de ingeniería, comerciales, de coproducción industrial (subcontratación, coproducción, especialización), de pagos especiales (trueque, contracomercio, *buy back*, alquiler), y cooperación técnica (Gaynor, 1996; Rodríguez y Cordero, 1999).

Dependiendo de la forma como se realice, la transferencia de tecnología puede ser: (1) *vertical* – realizada dentro de un mismo país, se trasladan tecnologías de una institución científica al sector productivo o a un sector y entre sectores diversos de la economía nacional; (2) *horizontal* – en este caso una tecnología es trasladada de un país a otro. No hay duda de que este último esquema constituye el canal más importante de incorporación de nuevos conocimientos al sistema productivo de los países de menor desarrollo (Ávalos, 1990). En ambos casos se tiene presente la apropiación del conocimiento de la tecnología por parte del receptor de la misma.

El escenario actual de la transferencia de tecnología se ve modificado por las tendencias de la economía mundial. De esta forma, se pueden identificar, principalmente, las siguientes modalidades (Uribe, 1997):

- Ayuda internacional y cooperación con base en programas de intercambio científico y de formación de personal científico y técnico, llamados genéricamente alianzas estratégicas, como resultado de la internacionalización de la actividad de investigación y desarrollo y de la necesidad de extender o reforzar una ventaja competitiva ante la realidad de la economía globalizada.
- Importación de plantas completas, equipos y maquinarias, para su utilización productiva inmediata o como objeto de investigación.
- Adquisición de licencias para diseñar y producir nuevas tecnologías. Abarca las licencias de patentes, *know-how*, franquicias y marcas comerciales como vías de acceso a la generación de tecnologías.

- Adquisición de conocimientos por medio de la formación de personal técnico y científico en el extranjero, en universidades, instituciones científicas o grandes empresas de tecnología avanzada.
- Localización en un país de determinadas compañías extranjeras utilizando y produciendo nuevas tecnologías, creación de empresas mixtas y asociaciones económicas internacionales.

2.2.2 Componentes de la transferencia de tecnología.

La transferencia de tecnología comprende distintos componentes o etapas, que deben definirse de manera diferenciada para que cada actor involucrado en este proceso asimile eficientemente su rol durante la transferencia y después de ella.

a. Definición de las necesidades para transferir. La transferencia de tecnología resulta ser un mecanismo de satisfacción de necesidades. Se trata, entonces, de saber cuál es la situación de la tecnología y su uso, de establecer la interrelación de las variables individuales y del entorno que determinan esta situación, de conocer las necesidades de los usuarios y precisar las características o atributos de la tecnología.

Según Lambin (1987), la noción de necesidad que involucra la transferencia de tecnología es una causa de polémica, debido a que contiene elementos de apreciación subjetivos, en ocasiones basados en la moral o en la ideología. Al respecto debe tenerse en cuenta que existen dos vías para hacer transferencia de tecnología: (1) asumir que la tecnología existente coincide con las necesidades de los usuarios y todo lo que se requiere es difundirla; y (2) determinar las necesidades de los usuarios, identificar la que las satisfaga y luego proceder a su comunicación.

b. Prefactibilidad técnico-económica y de capacidad. Esta etapa de la transferencia de tecnología es muy significativa. El interesado en adquirir un nuevo conocimiento necesita saber si está en condiciones de hacerlo; aspectos como el precio que puede pagar, la forma de hacerlo y las condiciones de su empresa para ajustar esa nueva tecnología a su realidad, son fundamentales a la hora de pensar en una compra de este tipo. Se hace entonces necesaria la existencia de un grupo encargado de tal labor dentro de la organización, que trabaje en colaboración con áreas relacionadas con la decisión de compra. Una entidad debe conocer si está en capacidad de invertir cierta cantidad de

dinero en una tecnología nueva, no solo desde el punto de vista del económico, sino también desde la perspectiva técnica. De nada sirve adquirir equipos cuya utilización no es compatible con el conocimiento tecnológico disponible, lo cual resultará en mayores costos debido a que se tendrá que recibir progresivamente la tecnología que se acopla a la adquirida. Esto, obviamente, tiene un doble precio: el de la tecnología adquirida y el de cambiar el sistema con el que se cuenta.

Para quien entrega o vende el conocimiento, esta fase se hace necesaria sólo en caso de que sea él mismo quien vaya a liderar la transferencia. Se parte de unas necesidades existentes en el medio, por parte de los posibles clientes, teniendo en cuenta a los consumidores finales. Pueden existir intermediarios de tecnología que simplemente están interesados en comprar y vender, o bien, puede intentarse satisfacer a un sector determinado, a un grupo de personas, a clientes definidos, etcétera.

c. Generación de tecnología. A primera vista, este componente es factible sólo desde el enfoque del creador de nueva tecnología. A partir de unas necesidades existentes se trabaja en soluciones potenciales que están representadas en un nuevo desarrollo tecnológico. En este punto es donde juega un papel crucial la presencia de la función de investigación y desarrollo, preferentemente estructurada como departamento o área. En este caso, el equipo debe estar constituido por un grupo multidisciplinario que permita la participación y el aporte de iniciativas de las áreas de mercadeo, ventas, operaciones, manufactura y procesamiento de datos, promoviendo debates más allá de los parámetros técnicos de un trabajo.

Los fundamentos de esta etapa se encuentran en la investigación básica de la empresa o en mejoras y modificaciones al conocimiento que ya existe, no solo en ella, sino también en el medio, en otras empresas, en los clientes y usuarios, e inclusive en la competencia (Rodríguez, 1993). En este orden de ideas, la generación de tecnología no sólo se refiere a la creación de algo nuevo (no necesita ser una innovación radical), puede darse a partir de una tecnología con la que ya se cuenta, pero a través de cambios en el proceso de producción, con modificaciones en el sistema organizacional, con experiencias reales y otros elementos, se llega a una nueva variación tecnológica. Desde este punto de vista la generación se puede dar en una entidad que no haga investigación básica, esto es, que no sea creadora como tal, pero que puede utilizar ese descubrimiento para su provecho u ofrecerlo a otras organizaciones como un producto no tradicional. En ambos casos se puede concretar un proceso de transferencia de tecnología.

d. *Análisis de mercado.* Esta etapa se refiere a la comercialización de la tecnología, es decir, a la búsqueda e identificación de oportunidades para la adquisición o venta de tecnologías, así como la negociación y contratación de las mismas. El proceso de mercadeo³⁶ está constituido por varias etapas encaminadas a la consecución de su objetivo principal: lograr la captación del cliente por parte de quien ofrece la tecnología, así como la obtención de la mejor por parte de quien la demanda, entre las cuales se encuentran (Szabo, 1994): el estudio del mercado, la identificación de oportunidades de negocio, la identificación e investigación del mercado objetivo, la formulación de la estrategia de *marketing*, la conformación de planes y las tácticas de mercado, así como la ejecución y el control de los esfuerzos de mercadeo.

e. *Adquisición.* La adquisición de tecnología involucra fundamentalmente la negociación y la contratación. El contacto que se realiza entre las partes protagonistas del proceso de transferencia de tecnología, esto es, el interesado en adquirirla (potencial comprador) y quien la ofrece (posible vendedor), constituyen el primer paso de la negociación. En algunos casos se puede obviar este paso y concretar el negocio o, de ser necesario y conveniente, se puede formalizar el acuerdo (Arrubla, 1991). Una vez que se ha hecho el primer contacto, sigue el ofrecimiento por parte del vendedor o cedente, de cada una de las ventajas que tiene su producto y lo positivo de ser él quien lo entregue y no otro (competencia). Dentro de esta fase se incluyen términos que pretenden atraer al posible comprador y convertirlo en cliente, como las garantías, el precio, las facilidades de pago, etc. Del resultado de esta fase depende la definición del tipo de contratación y su realización, donde finalmente se concreta el traspaso de tecnología.

Existen varias formas mediante las cuales la tecnología fluye entre diferentes organizaciones. Las principales modalidades son (Conesa *et al.*, 1997): compra de maquinaria y equipos (tecnología incorporada), contratos de licencia, asistencia técnica y servicios técnicos (tecnología desincorporada), movimiento de personal e inversión extranjera directa.

Dependiendo de la fuente de la cual se pretenda adquirir la tecnología, es necesario precisar los siguientes conceptos referentes a la negociación:

36 El *marketing* (o mercadeo) puede ser definido como la generación de beneficios mediante la administración de recursos y actividades que analizan, determinan y satisfacen las necesidades de los consumidores que compran productos (en este caso, bienes o servicios tecnológicos y servicios (Dellacha, 1994).

- *Tecnología libre*. Llamada así porque se encuentra a disposición de cualquier persona o empresa que quiera usarla sin pago alguno por ella. Se puede adquirir a través de la misma empresa, fuentes nacionales y extranjeras, por ejemplo, libros, revistas, publicaciones, consejos y recomendaciones de empresarios o vendedores de equipos e insumos, patentes vencidas, etc. (Gallego, 1995).
- *Propiedad industrial*. El campo de la propiedad intelectual ha sido tradicionalmente una de las áreas en la cual los países en desarrollo han tenido desventajas frente a los líderes mundiales, referente a la negociación en condiciones equitativas, con reglas claras y definidas de común acuerdo por todos los socios comerciales de la comunidad internacional. La protección es necesaria, considerando que son pocas las ocasiones en las cuales las creaciones y desarrollos del ingenio e inventiva humana son producto del azar o de un simple golpe de genialidad. Según Gamboa (1994), la invención es el resultado final de un complejo proceso de experimentación, aplicación del conocimiento y de las aptitudes particulares de quien se compromete con la tarea de buscar una solución genial y particular no encontrada ni aplicada con anterioridad por otra persona. Dicha invención necesitó una gran inversión de tiempo, conocimientos y dinero para la financiación de equipo humano y materiales, lo que bien justifica que ese ingenio inventivo y creador sea recompensado, permitiéndole a quien lo obtuvo un uso y empleo especial y restringido durante un cierto periodo de tiempo, de forma tal que se pueda beneficiar de su creación o que otros puedan beneficiarse de la misma únicamente si cuentan con el permiso o consentimiento expreso del inventor.
- El *know-how* es un paquete de información técnica útil, novedosa y valiosa, parte de la cual se mantiene en secreto, lo que otorga a su poseedor cierta ventaja técnica y comercial. Es una información que no es patentable porque no alcanza la definición legal de invención o se deja intencionalmente sin patentar. En otras palabras, es un cuerpo de información y de experiencias, habilidades y pericias técnicas que se distinguen por la utilidad industrial, la novedad, la confidencialidad y el valor, al ser información técnica registrada, al otorgar cierta ventaja competitiva, al demostrar o garantizar alguna excelencia técnica o comercial (De la Rosa *et al.*, 1997).
- La *patente*. Es el derecho exclusivo, concedido en virtud de la ley, para la explotación de una innovación técnica (introducción comercial exitosa de productos o procesos nuevos o mejorados) y que excluye a otras partes de la producción, la venta, la importación y la utilización del producto que es objeto de la patente (Rattner, 1990).

- *Licencias*. Es un acuerdo contractual por medio del cual se concede el uso, en el proceso productivo, de patentes, *know-how* y marcas registradas, además de otros activos intangibles a cambio de un pago inicial o *royalty*. Es un documento universal y primario de transferencia de tecnologías con cláusulas características: (1) declaración de las expectativas de las partes para alcanzar un propósito común y especificado; (2) define los derechos y responsabilidades de ambas partes, asegurando ganancias comerciales adecuadas; (3) establece las pautas para resolver los conflictos previsibles.

- *La asistencia técnica* consiste en prestar un servicio para que un conocimiento tecnológico que muchos manejan, que no es secreto pero requiere de técnicas y procedimiento particulares, pueda ser aplicado por el beneficiario del servicio. Para la fabricación de productos que sean competitivos en el mercado, se necesitan informaciones técnicas y servicios especializados. Es posible que se requieran tales servicios no solo en la producción sino también en la distribución y en las ventas. Algunas fracciones de la información técnica pueden incluir secretos industriales y comerciales. En otros casos es posible que una organización necesite adquirir licencias de patente con el fin de que su derecho a fabricar y lanzar al mercado sus productos no sea impugnado en los tribunales.

Los términos asistencia técnica y servicios técnicos, como se emplean aquí, abarcan estricta y únicamente el componente de la información y de los servicios técnicos que no entran en el *know-how* y las patentes. Por ejemplo, puede ser que una organización de un país en desarrollo necesite asistencia técnica solamente en lo que respecta a la producción de cemento, productos derivados de la madera, aceites comestibles, botellas de vidrio, recipientes de metal, productos químicos inorgánicos básicos, operaciones de montaje y otros productos industriales ya bien establecidos.

La transferencia de tecnología permite tanto el acceso inmediato a los medios de producción adelantados, como el control sobre los mismos, es decir, sobre el suministro. Sin embargo, lo anterior no va siempre acompañado del control sobre la tecnología, el cual sólo se alcanza cuando las técnicas, la información y el conocimiento se transfieren a los directores, supervisores y trabajadores internos de una empresa (Uribe, 1997). El control sobre el suministro es, por lo general, el objetivo directo de la industrialización, mientras que el control sobre la tecnología es un objetivo de desarrollo.

Por eso, el objetivo industrial global de un país, particularmente en desarrollo, sería el de alcanzar ambos tipos de control. El crecimiento subsiguiente se

manifestaría en la multiplicación de puntos de producción con tecnologías similares y la capacidad tanto de mejorar las técnicas de producción como la de diversificar la gama de productos. La transferencia de tecnología ha de procurar la obtención de este crecimiento.

El control sobre la aplicación de la tecnología tiene dos dimensiones: amplitud y profundidad, y puede hallarse más allá del campo de interés de una empresa. La *amplitud* del control, que es la dimensión más fácil de alcanzar, requiere que la empresa obtenga capacidad tecnológica en todas las etapas conducentes a la fabricación de un acuerdo de licencia. Por ejemplo, un Gobierno quizá no apruebe un acuerdo de licencia si meramente el montaje de las partes importadas figura como el objetivo de la empresa y no la fabricación de las partes mismas, o es la única tecnología que su proveedor está dispuesto a suministrar.

La *profundidad* del control se alcanza plenamente al final de un proceso de tres etapas, a saber: (1) *acceso*, la transferencia de capacidad del licenciante a una empresa nacional es tal que no se requiere ninguna dirección técnica desde una fuente ajena a la empresa para alcanzar el funcionamiento garantizado de la planta. Se puede decir que ha ocurrido la transferencia de capacidad hasta cuando personal extranjero, por lo demás completamente responsable ante la empresa, mantiene la dirección técnica. (2) *asimilación*, el funcionamiento garantizado se alcanza y mantiene bajo la dirección técnica de personal directivo nacional; (3) *control*, la libertad para aplicar la tecnología recae sobre el licenciatario nacional; este tiene el derecho y la capacidad de usar, diversificar, difundir y desarrollar la información obtenida del licenciante en beneficio de la empresa, derecho que incluye la aplicación en campos externos a los previstos en el acuerdo original.

Para obtener la supremacía económica en un mundo de economía abierta y mercados globalizados, la competitividad entre empresas se basa en el dominio de los métodos de producción más eficaces para los productos existentes y en la invención de nuevos productos basados, en la mayoría de los casos, en nuevas tecnologías y con ciclos de vida muy cortos. Esto está íntimamente ligado a la protección cada vez más estricta que otorga la ley de propiedad intelectual a los diferentes productos del conocimiento, y a la posibilidad de negociación o disposición de los derechos que estos títulos otorgan a través de una venta, cesión o arriendo u otras modalidades (Gallego, 1995).

En el caso de los derechos de la propiedad industrial, estos conceptos no han sido identificados, porque si se licencia una determinada tecnología, al

término del contrato es muy difícil quitarle al licenciatarlo los conocimientos que tiene de la misma, y podrá seguirlos utilizando en múltiples aplicaciones. Igualmente, si el dueño de un determinado proceso lo vende o cede a otro, él se queda con el conocimiento que podrá aplicar posteriormente en nuevos desarrollos. En este caso las figuras de arrendamiento y venta de tecnologías no tienen el sentido real que les atribuyen las normas comerciales (Aguirre, 1997). Por otra parte, la legislación del país puede imponer una serie de cláusulas restrictivas para los contratos de transferencia de tecnología que obligan al concedente a que la tecnología se pueda usar una vez vencido el contrato de la licencia.

f. Contratación tecnológica. Debido a la importancia que tiene cada uno de los términos legales relacionados con la negociación y contratación de tecnología, se ha dedicado el presente acápite para tal propósito. Los contratos de colaboración presentan las siguientes características: (1) son contratos atípicos desde el punto de vista legal, aunque gozan de una legitimidad social; (2) son consensuales, se perfeccionan por el mero consentimiento de las partes. Se aplica en este punto la norma general para la formación de los contratos, por no existir suficiente regulación al respecto.

En Colombia rige, respecto de los contratos de transferencia de tecnología, la Decisión 291 del Acuerdo de Cartagena, la cual consagra que deberán registrarse ante el organismo nacional competente del respectivo país miembro. Según dicho acuerdo, las cláusulas mínimas que deberán contener los contratos de importación de tecnología son las siguientes: (1) identificación de las partes, con expresa consignación de su nacionalidad y domicilio; (2) identificación de las modalidades que revista la transferencia de la tecnología que se importa; (3) valor contractual de cada uno de los elementos involucrados en la transferencia de tecnología; (4) determinación del plazo o vigencia

Así mismo, se determinó que las cláusulas que no deben contener los contratos de transferencia de tecnología, marcas y patentes, son las siguientes:

- Cláusulas en virtud de las cuales el suministro de tecnología o el uso de una marca lleven consigo la obligación para el país o la empresa receptora de adquirir, de una fuente determinada, bienes de capital, productos intermedios, materias primas u otras tecnologías, o de utilizar permanentemente personal señalado por la empresa proveedora de la tecnología.
- Cláusulas conforme a las cuales la empresa vendedora de tecnología o concedente del uso de una marca se reserve el derecho de fijar los

precios de venta o reventa de los productos que se elaboran con base en la tecnología respectiva.

- Cláusulas que contengan restricciones referentes al volumen y estructura de la producción.
- Cláusulas que prohíban el uso de tecnologías competidoras.
- Cláusulas que establezcan opción de compra, total o parcial, a favor del proveedor de la tecnología.
- Cláusulas que obliguen al comprador de tecnología a transferir al proveedor los inventos o mejoras que se obtengan en virtud del uso de dicha tecnología.
- Cláusulas que obliguen a pagar regalías a los titulares de las patentes o de las marcas, por patentes o marcas no utilizadas o vencidas.

g. Asimilación. Es el proceso activo y consciente mediante el cual un país u organización traslada y utiliza en la práctica social la tecnología adquirida, apropiándose de la capacidad tecnológica en todas las etapas conducentes a la fabricación de un producto o prestación de un servicio. Esta no es una tarea fácil, exige una aplicación intensa y planificada de recursos internos de la empresa, que lleve a distinguir un rol puramente receptor (pasivo) de otro activo. Mediante este proceso, se trata de dar al receptor las ayudas que necesita para no recibir tecnologías obsoletas o que no guardan relación con la situación actual y local de recursos humanos o condiciones ambientales.

Para que una persona o empresa pueda asimilar determinados conocimientos es necesario que tenga bases o fundamentos pertinentes para ello. La asimilación de tecnología no implica solamente los medios empleados en la producción, sino también las técnicas administrativas y de gestión. Por lo tanto, hay asimilación de tecnología cuando se adquiere, y el receptor está en capacidad de ejercer un dominio total sobre ella. Este dominio se entiende como (Moreno, 1992): (1) una plena aplicación de la tecnología transferida a las actividades productivas; (2) su reproducción, adaptación y mejoramiento; (3) la difusión de conocimiento sobre el proceso dentro de la empresa; (4) la distribución de esa tecnología a terceros.

Se puede considerar la asimilación o adopción de tecnología como una meta intermedia, ya que la razón de esta es el mejoramiento de los procesos

productivos, es decir, que la adopción es un medio y no el fin de la transferencia de tecnología (Fierro, 1994; Gaynor, 1996).

En las organizaciones, como en los individuos, la asimilación de nuevas tecnologías está supeditada a los siguientes procesos:

- Acumulación de conocimiento, que consiste en la información que el individuo obtiene de la tecnología o servicio y la aprehensión de sus características.
- Persuasión, o proceso de formación de una opinión, positiva o negativa, con respecto a la tecnología o servicio.
- Decisión, por la cual el individuo se inclinará a favor o en contra de la tecnología.
- Confirmación, o búsqueda, por parte del usuario, de un refuerzo para la decisión que sea preciso adoptar. Este refuerzo procede generalmente del uso que se haga de la tecnología.

El proceso esbozado implica que los mensajes deben llevarse al usuario en forma secuencial, paso a paso, de acuerdo con las etapas de la adopción. Además, la investigación en comunicación plantea una relación entre las fuentes de información y las etapas del proceso mencionado.

Cuando se logra absorber la tecnología de una manera efectiva, empieza un mayor interés, por parte del receptor, de aumentar la calidad, el nivel técnico y, por ende, su competitividad, ya que de otra manera se verán rezagados en relación con los competidores. Sumado a ello, el aprendizaje resultante implica comenzar a conocer profundamente la tecnología, situación que permite una menor dependencia del proveedor y ofrece bases para futuras innovaciones propias (Rattner, 1990).

La desagregación tecnológica conducente a la asimilación consiste en separar los componentes medulares y periféricos en cualquier proceso productivo³⁷. Un desarrollo efectivo mediante un proceso de desagregación del pa-

37 Se entiende por tecnología medular el conjunto de conocimientos que son inherentes o específicos a un proyecto, producto o proceso. Tales conocimientos caracterizan la actividad correspondiente por la vía de sus propiedades básicas y requerimientos. Este tipo de

quete tecnológico se ve influenciado por la mayor o menor participación de las capacidades tecnológicas existentes en un país determinado, como recursos profesionales, fabricantes de bienes, etcétera.

Los canales a través de los cuales se realiza la transferencia de tecnología no siempre inciden en una efectiva realización del proceso. Sólo cuando la entidad que compra la tecnología está en condiciones de asimilar, e incluso de perfeccionar los conocimientos adquiridos, se consolida el proceso de transferencia (Lundvall, 1992). En cambio, cuando el conocimiento no es asimilado por las empresas, la relación asumida se asemeja más a un préstamo o arrendamiento. Esto se denomina pseudo-transferencia, y se presenta cuando el comprador o usuario no disminuye su dependencia tecnológica con respecto al vendedor y cada vez que se vence el contrato entre ambos el comprador tiene que renovarlo, ya sea con la tecnología de producción o con mejoras emergentes, so pena de ver paralizada la producción. En este caso, la infraestructura científico–tecnológica de la entidad receptora permanece completamente marginada, sin cambio alguno. Esto significa que la tecnología adquirida no se incorpora al conjunto de conocimientos del comprador y que las posibilidades de perfeccionamiento y adaptación son muy limitadas. En algunas ocasiones la tecnología no puede ser usada una vez terminado el contrato.

h. Innovación. En casi todos los procesos propios de innovación tecnológica se realiza investigación básica a través de proyectos científicos que luego son aplicados a la producción por medio de proyectos tecnológicos. Sin embargo, con frecuencia la innovación es un proceso resultante del aprendizaje realizado luego de una transferencia de tecnología. Cuando una empresa produce un bien o servicio, o usa un método o insumo que es nuevo para ella, realiza un cambio técnico, lo cual a su vez puede interpretarse como una innovación.

Una vez se adquiere una nueva tecnología, lo más recomendable es que, después de aprenderla y aprehenderla, se esté en capacidad de realizar cambios en ella para que se introduzcan mejoras en el proceso productivo, la orga-

tecnología está representado por diseños básicos de proceso, especificaciones de equipos, datos de operación y rendimiento, etc. (Rodríguez y Escorsa, 1997). La tecnología periférica es el conjunto de conocimientos que son específicos de un producto o proceso, pero que son necesarios para la utilización de tecnologías medulares. Las tecnologías periféricas se relacionan con todos aquellos conocimientos que no son de dominio exclusivo de un ramo de la producción de bienes o servicios, sino con los que se pueden aplicar a muchas actividades diferentes. Es básico, entonces, hacer una división entre ambas.

nización, la productividad, la eficiencia y, por supuesto, en su posicionamiento en el mercado. Las empresas innovadoras aprovechan las inversiones y las crisis para establecer un sistema permanente de identificación y atención de las necesidades tecnológicas.

Se puede decir que hay una real transferencia de tecnología; por ejemplo, cuando la tecnología se negocia a través de un contrato que permita que el receptor, contando con una adecuada infraestructura científico-tecnológica, pueda adaptar dicha tecnología a las condiciones locales, logrando generar investigación y desarrollo endógenamente, sin dependencia del proveedor externo.

i. Difusión. Si se ha logrado realizar innovaciones en la tecnología adquirida o cedida, se sigue entonces con su difusión. Esta comprende la propagación o generalización de la innovación tecnológica, originada por la capacidad propia de investigación y desarrollo o por la asimilación de tecnología externa entre las diferentes áreas de la organización (Serna, 1997).

La difusión permite evaluar el comportamiento de una tecnología determinada y establecer si se comporta como se esperaba o si es necesario modificarla. De igual manera, se puede analizar la reacción de los usuarios frente a dicha tecnología, esto es, si se obtuvo plena satisfacción o si existe algún tipo de desviación con respecto a su necesidad inicial. También se puede analizar el comportamiento de toda la organización con relación al alcance de los objetivos propuestos en los proyectos de transferencia de tecnología.

En la etapa de difusión la comunicación tiene asignados tres propósitos fundamentales, que son: informar, crear una actitud y promover una acción. La comunicación da la capacidad de informar sobre una tecnología determinada, sea reciente o no en el mercado; generar una actitud en los receptores, que puede ser negativa, positiva o indiferente; y, finalmente, conducir a una acción. Sin embargo, es difícil asignarle un papel preciso a la comunicación en la transferencia de tecnología. En algunos casos, puede ser el de modificar actitudes; en otros, el de provocar una acción inmediata, o incluso puede llegar a ser utilizada para justificar y reforzar acciones que ya han ocurrido³⁸.

38 Atendiendo a los propósitos de la comunicación, en especial cuando el objetivo sea informar, persuadir y promover el uso de la tecnología, debe tenerse presente que no basta con dar a conocer únicamente la tecnología genérica, sino también los beneficios y ventajas de la misma, más los servicios de apoyo (insumos, crédito, mercados, precios, etc.) (Fierro, 1994).

2.3 Innovación tecnológica

La característica central del sistema económico moderno ya no está representada por la división técnica del trabajo ni por la producción en masa de productos estandarizados, sino por el proceso de innovación tecnológica permanente y la generación de conocimiento aplicado. Cuando se habla de innovación se piensa en innovación tecnológica y productos nuevos, pero existen también innovaciones de orden inmaterial en las actividades de servicios, organización, comercialización y distribución.

Por lo anterior, es imprescindible aclarar el concepto de innovación y definir las connotaciones del mismo. En primer lugar, las innovaciones aparecen como ráfagas discontinuas e irregulares en el tiempo y el espacio en diferentes sectores de la economía. Si un sector es más dinámico que otro, muy seguramente se deba a que el primero posea una intensidad de innovación más alta. Las innovaciones no surgen como fenómenos aislados (Rattner, 1990), sino como conjuntos de cambios que contribuyen significativamente al crecimiento económico, relacionados con la realización de inversiones, generación de empleos y estímulo a la demanda de capital, bienes de consumo durables, intermediarios y finales, con todos sus efectos multiplicadores. Durante la última etapa del ciclo tecnológico, el impacto de la innovación se vuelve más débil, debido a su madurez y a su eventual agotamiento, lo cual implica que en el plan estratégico de una empresa debe ser explícita al invertir en su campo (Colciencias, 1997).

2.3.1 Contexto de la innovación

La innovación³⁹ representa una respuesta a las situaciones de cambio imprevisibles y se relaciona con los procesos globales de la organización, señalando una estrecha integración entre la tecnología y la gestión. En contextos de economías emergentes, sin una estrategia de innovación que favorezca la evolución del conocimiento científico, del desarrollo tecnológico y

39 Los objetivos de la innovación están centrados en neutralizar las amenazas creadas por la turbulencia tecnológica, apropiándose de todas las oportunidades que se puedan generar, además trata de potencializar los niveles de diferenciación que posee la empresa, así como su flexibilidad, agilidad y niveles de adaptación (Aït-El-Hadj, 1990). La innovación induce a cambios tecnológicos en los productos, la organización y la industria, forjados a través de métodos que permiten analizar las relaciones internas y externas de la empresa, involucrando a la tecnología como parte de la estrategia organizacional (Rodríguez y Cordero, 1999).

de la modernización del sector productivo, difícilmente un país podrá encontrar los cambios necesarios para enfrentar los desafíos del futuro (Marcovitch, 1990).

Las definiciones de innovación son variadas y no canónicas. Según el Sistema Nacional de Innovación (Colciencias, 1997), se concibe como una estrategia o decisión empresarial relacionada con: (1) el desarrollo de nuevos procesos y productos; (2) la adquisición y adaptación de nueva tecnología; (3) los cambios en las prácticas gerenciales o en los aspectos organizacionales de la empresa, que le permiten incrementar su productividad y su competitividad, logrando, de esta manera, mantener o mejorar su posición en el mercado.

Para los economistas, la innovación es un fenómeno que une tanto elementos materiales como incorpóreos, el cual afecta esencialmente el crecimiento de una firma y, por tanto, de la riqueza de las naciones (Schumpeter, 1942). Este factor adquiere aún más importancia en una época en la que la evolución tecnológica es rápida, el periodo de vida de los productos tiende a ser cada vez más corto y se pueden volver rápidamente obsoletos. Por su naturaleza difícilmente comprensible y cuantificable en el nivel macroeconómico, con frecuencia se tiene dificultad en integrar la innovación a fórmulas y a razonamientos econométricos. Para este mismo autor, la innovación es un cambio histórico e irreversible en la manera de hacer las cosas, afectando las funciones de producción, que a su vez no se pueden descomponer en etapas infinitesimales. Subraya además que, gracias a que existen nuevas combinaciones de factores de producción es que puede darse una fuente de ganancias que permite la continuación de la actividad: *...la ganancia es la recompensa a la innovación.*

Freeman (1974) afirma que la innovación es un reto permanente, teniendo lugar en la imaginación de los empresarios, consistente en estructurar y enlazar ideas, además de ser un diálogo creador durante la introducción de un nuevo producto o proceso. Propone igualmente al fracaso como una «...*innovación intentada que no logra establecer un mercado interesante y obtener un beneficio aun cuando sea en funciones*», y por el contrario, al éxito como una innovación que alcanza una penetración interesante en el mercado y obtiene un beneficio importante.

Para Marx la innovación es una función de la presión que ejerce la competencia sobre la empresa. Partiendo de un evolucionismo económico y social, la conclusión de su análisis se centra en la crítica a la idea de la acumulación de la producción en unas cuantas firmas grandes, en contra de las medianas y pequeñas empresas que se sitúan en una posición de rezago,

quedando por lo tanto expuestas a la desleal competencia que ejercen aquellas empresas respaldadas por grandes capitales (Vasconcellos, 1990b).

La innovación es una variable que adquiere importancia significativa dentro del desarrollo industrial. Un ejemplo de ello se presenta cuando el empresario introduce un novedoso sistema de producción, obrando bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, en función del comportamiento pasado y presente del proceso productivo y de los mercados, el posible comportamiento futuro de variables tales como el volumen de ventas, y la evolución de los mercados. La concepción de riesgo dentro del análisis económico no debe menospreciarse y, por tanto, las ganancias de la empresa tampoco deben asociarse con la idea de beneficios conjugados a algún suceso fortuito (Drucker, 1986). Cualquier alteración revolucionaria que cambie los conceptos tradicionales de la producción está buscando combinar de manera más eficiente los factores de producción. A través de su empleo, se desea economizar los que son escasos y utilizar los que, por dotación natural o por acumulación, sean disponibles en mayores proporciones.

Para Drucker (1986), innovar es concebir y realizar algo nuevo, todavía desconocido e inexistente, con el objeto de establecer relaciones económicas nuevas entre elementos conocidos y los emergentes, dándoles así una dimensión económica nueva. Es el vínculo que trastoca un conjunto de elementos de los que cada uno tiene una eficacia marginal, en un sistema integrado de gran poder. En este sentido, Snarch (1998) plantea que la innovación abarca todo un proceso mediante el cual la idea nueva se lleva a un uso productivo, e identifica dos fases en este caso: una puramente creativa, donde se lleva a cabo su generación; y otra ejecutiva, donde se transforma en resultado. Se asegura que la innovación comienza por el análisis de las oportunidades (Battini, 1994), siempre busca un fin muy concreto y, por supuesto, pretende dominar el mercado, ya que si no lo hace, sólo consigue darle una oportunidad a la competencia.

Para lograr efectivamente el incremento de las utilidades de la empresa, toda innovación debe llenar un doble requisito: la selección de técnicas que permitan disminuir los costos por unidad de producto e incrementar la calidad de los bienes producidos sin alterar los niveles de precios, así como basarse en los estudios que soportan el cambio tecnológico (Lippbett, 1995), en cuanto se refiere a la identificación de la factibilidad de absorción de los nuevos productos por el mercado y de la estimación de las características de la competencia.

En las anteriores definiciones se resalta el hecho de que es imprescindible que la innovación se integre a un conjunto, una mecánica, un sistema que ge-

nere realmente un avance económico. Por lo anterior se considera que la innovación, sin la ciencia de la gestión empresarial, está condenada al fracaso⁴⁰.

Las innovaciones se pueden clasificar de la manera propuesta por Battini (1994) en:

a. Innovaciones del dominio tecnológico. Pueden incluir herramientas técnicas, productos, procedimientos, equipos o métodos de fabricación. Algunas innovaciones de este tipo se pueden proteger mediante las patentes.

b. Innovaciones en el dominio no material. No es posible protegerlas mediante patentes, puesto que sus condiciones de concesión son muy precisas. Entre estas se encuentran:

- Innovaciones en el campo comercial. Nueva presentación de un producto (acondicionamiento o embalaje, envoltura plástica, etc.), un nuevo modo de distribución, aplicación moderna de un producto conocido, un actual sistema comercial, etcétera.
- Innovaciones en el campo organizacional. Estas afectan a la organización, introduciendo procesos como la dirección por objetivos, el cero fallas, la taylorización, la calidad total, el justo a tiempo, la reingeniería y el empoderamiento, entre otras.
- Innovaciones en el campo institucional. Son las que más a menudo proponen o aceptan los poderes públicos al instaurar nuevos métodos o sistemas.

2.3.2 Bases de la innovación tecnológica

Desde el punto de vista tecnológico, un producto innovador se define como aquel que ofrece nuevas características o es producido de una manera totalmente nueva (Colciencias, 1997). Por esto, la innovación se entiende como un proceso que comienza con una idea nueva (invención) que se gesta y

40 Al respecto Battini plantea que la primera cualidad del innovador es su facultad de concebir como un solo y único sistema lo que los otros consideran elementos separados, sin relación entre sí. Son las interacciones de las múltiples variables relacionadas las que van a determinar el éxito o el fracaso de una determinada innovación.

desarrolla para conformar un paquete que se comercializará, es decir, debe llegar a un consumidor. Así lo sugiere Waissbluth (1990) al afirmar que la innovación tecnológica es un proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo, con su consecuente comercialización. Se destaca el hecho explícito en esta definición de una relación estrecha entre la innovación y el mercado; es decir, la innovación no debe quedarse en la plataforma de la invención que se realiza en un laboratorio de investigación y desarrollo, sino que debe culminar con una comercialización exitosa. La relación entre innovación–tecnología involucra otro elemento fundamental: el conocimiento, que a su vez constituye el insumo básico para ambos. El proceso de innovación implica los compromisos del factor humano de la organización y de la tecnología persistente, los cuales se constituyen en componentes básicos para que se desarrolle la gestión del conocimiento (North *et. al.*, 2005).

La inquietud que permanentemente ha ocupado a expertos en el tema se relaciona con la pertinencia y eficiencia de los diferentes factores que hacen de la innovación tecnológica un proceso exitoso. Los factores involucrados con la innovación son muchos, variados y cambiantes en el tiempo (Vega *et al.*, 2005). A través de la evolución de este tema se han abordado diferentes enfoques, desde los determinantes clásicos schumpeterianos (tamaño de la empresa y estructura del mercado), contemplando factores relacionados con las capacidades internas de las empresas (Hoffman *et al.*, 1998), las oportunidades del mercado (Schmookler, 1966), las oportunidades tecnológicas y, más recientemente, la interacción con agentes externos y la conformación de redes (Lundvall, 1992). En este sentido, los estudios generados en el marco del pensamiento evolucionista destacan el proceso de innovación como un continuo aprendizaje, donde las empresas se nutren no solo de su propia experiencia sino también de una variedad de fuentes externas, entre las que se encuentran los consumidores, las universidades, los consultores, los proveedores, los centros de investigación, e incluso otras empresas competidoras (Arora y Gambardella, 1990; Lundvall, 1992). Empero, en la literatura especializada se mencionan diferencias metodológicas en la naturaleza de la innovación tecnológica (radical o incremental), las características del sector industrial (alta o baja tecnologías), el tamaño de la empresa (Pymes o grandes) e incluso el área contemplada, lo cual puede explicar la variedad de los resultados obtenidos y, por lo tanto, la inestabilidad de los supuestos factores determinantes (Souitaris, 1999).

La innovación constituye un proceso prolongado de acumulación de conocimiento a través de las actividades propias de la investigación y el desarrollo,

así como y de su interacción con el ambiente, lo cual ha sido descrito bajo el término de *capacidad de absorción*, entendida como la habilidad de las empresas para reconocer el valor de una nueva información externa, asimilarla y apropiarla con fines comerciales (Cohen y Levinthal, 1990). En Latinoamérica este enfoque lo han abordado principalmente investigadores en el Brasil, quienes incluso han propuesto modelos para su medición y la generación de estrategias para la gestión de la innovación (Vega *et al.*, 2005).

2.3.2.1 Proceso de la innovación tecnológica

La innovación tecnológica comienza con el reconocimiento de la oportunidad de realizar innovación que lleva a generar y formular la idea, solucionar el problema, desarrollar esta solución y, finalmente, utilizarla y difundirla. A continuación se enuncian los aspectos generales de estas etapas:

a. Reconocimiento de la oportunidad. Es el análisis de la factibilidad técnica de llevar a cabo la innovación y su demanda. La estimación de esta factibilidad se basa en el conocimiento del estado de arte tecnológico pertinente y de la utilización económica y social de los bienes derivados de la tecnología en cuestión, a través de lo cual se reconoce una demanda existente o potencial, que permite la identificación de necesidades tecnológicas o necesidades de cambios dentro de la organización.

b. Generación de la idea. Es necesario estimular la generación de ideas mediante la utilización de las técnicas adecuadas; el objetivo fundamental de esta etapa consiste en estimular la creatividad del individuo, por ello es importante conocer el concepto y alcance de este término, muy común pero realmente poco aplicado (Lander *et al.*, 1995). En principio, *la definición de creatividad* no está estandarizada, pero, en general, hace referencia a la capacidad de producir nuevas opciones, a la organización selectiva de ideas vagas, al producto de un proceso de discernimiento intuitivo de lo que es o no aplicable o la capacidad de desarrollar algo original o con cierto grado de inventiva. Una aproximación conceptual más generalizada señala que la creatividad es el proceso intuitivo que llega a la solución de un problema sin pasar por un procedimiento estructurado, donde se utiliza un conjunto de conocimientos que el individuo posee muchas veces de modo subconsciente.

La creatividad, según Snarch (1998), se clasifica en: (1) *creatividad relativa*, aquella que ofrece una idea nueva a la persona pero que no se desarrolla aportando productividad; (2) *creatividad productiva*, que genera una idea

que puede ser transformada en un producto o en un proceso realmente nuevo generando una ventaja competitiva; (3) *creatividad negativa*, desarrollada por personas que tienen una especial habilidad para crear obstáculos y restricciones, demostrando la inviabilidad de las nuevas ideas propuestas por otros; (4) *creatividad destructiva*, empleada para acciones socialmente indeseables.

Si la empresa considera que la creatividad y la innovación son instrumentos importantes para la competitividad, esta debe ser coherente y demostrarlo, proporcionando un apoyo positivo a los funcionarios que desarrollan acciones en este sentido. Las compañías deben, entonces, motivar a sus funcionarios a través de premios, incentivos, viajes, publicación de los mejores proyectos realizados, homenajes, etc., fomentando una actitud positiva dirigida a crear un ambiente de creatividad y de innovación. El surgimiento y fortalecimiento de escenarios propicios (como las comunidades de práctica) es una actividad crucial para el desarrollo de la creatividad a través de la comunicación de experiencias.

c. *Formulación de la idea*. Consiste en la fusión de la factibilidad técnica reconocida con la demanda detectada, lo que resulta en un concepto de diseño. Así, el concepto de diseño implica identificar y plantear un problema que merece una asignación de recursos para su solución. Con la finalidad de hacer factible el desarrollo de las actividades indispensables para resolver el problema, lo que significa aprovechar una oportunidad o atender una necesidad en los sistemas productivos, es preciso elaborar una propuesta de proyecto que incentive el interés de la organización a invertir recursos, a través de planteamientos sobre las ventajas de los resultados (Waissbluth, 1990).

d. *Solución del problema*. En algunos casos, la información técnica requerida para la solución del problema se encuentra total o parcialmente disponible en el cuerpo de conocimientos del estado del arte en la literatura, las patentes, las normas técnicas, etc. Cuando esta información no se encuentra libremente disponible, pero existe, se necesita generar tecnología endógena a través de proyectos de investigación y desarrollo o de la adopción por transferencia de tecnología exógena (Marcovitch, 1990). Se sabe que esto último no siempre es factible, entre otras razones por las políticas monopólicas de los propietarios, a no ser que el objeto de la compra sea la “penúltima versión” de la tecnología requerida. Es claro entonces que la transferencia de “tecnología de punta” o de sistemas *know-how*, aunque comercialmente pueden llamar la atención del mercado, no está en el interés de los desarrolladores de nuevos procesos y productos, convirtiéndose en utopías.

Así, en estos casos, y en aquellos en que la información técnica es inexistente, forzosamente se tiene que innovar con capacidad propia por medio de la ejecución de proyectos de generación de tecnología, basados en el talento creativo y en la compensación técnica y de gestión. Las soluciones exitosas frecuentemente bajo la forma de invenciones, pueden incorporarse a su vez al estado del arte como información parcialmente disponible, si la protección de patentes es aplicable. No obstante, aunque la solución encontrada, inventada o adaptada, atienda a la demanda y a la factibilidad técnica reconocidas inicialmente, todavía puede quedar alguna incertidumbre respecto a su aplicación.

Como partes finales de esta etapa, se tiene la elaboración de pruebas de concepto y la construcción del prototipo. Las primeras, también conocidas como *alpha test*, buscan estimar los primeros impactos que pueda tener el proyecto en la producción o en los servicios y estudiar los problemas que se puedan presentar con la tecnología. El análisis de sus resultados es utilizado para mejorar el nivel de exactitud del modelo financiero. La construcción del prototipo, o *beta test*, es una técnica que permite estimar de una manera aproximada y casi real los impactos que pueda generar el proyecto dentro y fuera de la empresa, buscando disminuir la incertidumbre existente. En la construcción de prototipos, contribuye a solucionar problemas técnicos y ayuda a la estimación de las reacciones de los clientes, contribuyendo a la disminución del riesgo (Muñoz, 1999), lográndose manejar las siguientes etapas:

- *Etapa de desarrollo.* Involucra el escalamiento a nivel de la producción y la verificación detallada de la demanda del mercado. Aquí se tiene el resultado material de la innovación, lo cual realmente permite evaluar su posible éxito. Si la innovación es bien recibida por los clientes, la empresa debe seguir trabajando para que, mediante el mejoramiento continuo, se mantenga la ventaja competitiva adquirida (Waissbluth, 1990).
- *Etapa de utilización y difusión.* En este momento del desarrollo la solución ya técnicamente viable, lo cual permite su aplicación a los procesos de producción, para ser posteriormente diseminada a otras empresas. Sin embargo, el hecho de que el proceso de innovación haya avanzado hasta esta etapa no significa que su éxito esté garantizado. En realidad, uno o dos de cada cinco nuevos proyectos puestos en el mercado logran alcanzar un nivel de ventas cuyas ganancias permitan llegar al punto de equilibrio en relación con las inversiones realizadas en todo el proceso de innovación.

Otros autores describen el proceso de innovación como un conjunto de pasos concatenados de manera prácticamente lineal. Por ejemplo, Cooper (1980) divide en siete etapas el proceso de innovación, cuyo fin es lanzar un nuevo producto al mercado: idea, evaluación preliminar, concepto, desarrollo, prueba preliminar, prueba y lanzamiento. Esta secuencia indica que el proceso innovador, especialmente cuando se trata de lanzar un nuevo producto, implica la permanente retroalimentación de la actividad técnica con el análisis de la demanda. Por otro lado, cuanto más rápido se lleven a cabo las pruebas reales de mercado con el producto acabado, es mayor la probabilidad de tener una innovación exitosa.

Vale mencionar que el retorno financiero de las inversiones en innovaciones tecnológicas, en la gran mayoría de los casos exitosos, solo es obtenido en el mediano y largo plazos. Por ello, el tiempo consumido entre una invención y la innovación correspondiente merece ser debidamente calculado. El estudio más conocido sobre esta materia es el de Enos (1986), quien analizó el plazo transcurrido entre la fecha de la invención, entendida como la primera concepción del producto en forma sustancialmente comercial, y la fecha de innovación, que él definió como la primera aplicación comercial o venta. Enos encontró un intervalo medio de once años en el área de refinación de petróleo, y de cercano a trece años para otras treinta y cinco grandes innovaciones. Esta variabilidad se debe no sólo a las características de cada sector específico, al tamaño de las organizaciones involucradas, al origen de la tecnología y al período histórico considerado, sino también a la calidad gerencial de los proyectos y a las condiciones de cada país específico. Lógicamente estos tiempos se hacen cada vez más cortos debido al creciente desarrollo científico y tecnológico, haciéndose particularmente reducidos para sectores basados en conocimientos, conocidos como tecnología emergentes, entre los cuales se ubican la nanotecnología, la ingeniería de nuevos materiales, la biotecnología, las telecomunicaciones, las tecnologías informáticas, entre otras.

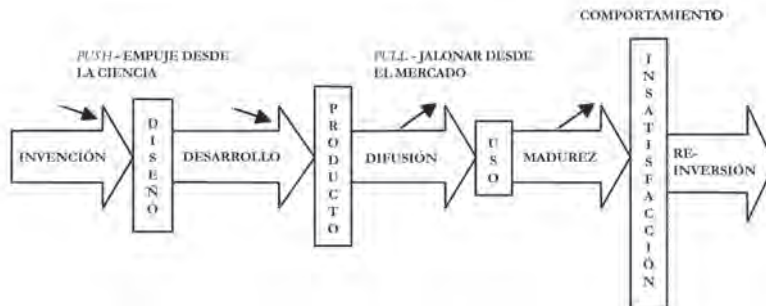
2.3.2.2 Modelos de innovación tecnológica

Para el análisis de los procesos de generación de la tecnología se proponen dos modelos (Rodríguez y Cordero, 1999):

a. *Modelo innovador lineal.* Supone que la innovación tiene un comportamiento secuencial como una especie de cadena de pasos, donde uno de los extremos es la investigación y desarrollo y el otro es la demanda o mercado, con lo que las motivaciones para crear una innovación pueden venir de ambos

extremos de la cadena (Figura 2-1). En este modelo, a su vez, se abordan los siguientes conceptos:

FIGURA 2-1. MODELO LINEAL DE UN PROCESO INNOVADOR



Fuente: Rodríguez y Cordero (1999)

- *La innovación inducida (Technology push)*. La innovación se concibe como el resultado de un conjunto de estrategias previamente planeadas y cuyo objetivo es lograr la creación de productos y procesos nuevos. Estas estrategias pueden venir de una firma en particular o bien por parte del Estado. Se habla de la innovación inducida cuando se parte de planear la investigación, tanto básica como aplicada. Según esta concepción, tienen mayor contribución las universidades, políticas en ciencia y tecnología, institutos y centros de investigación, así como los laboratorios de las grandes empresas. En este sentido, se ha dado importancia a la inversión en investigación y desarrollo, cuya finalidad es producir conocimientos, sin determinar qué tipo de problemas se deben resolver con los conocimientos creados (Sampere, 2001).
- *La demanda de innovaciones (market-pull)*. El desarrollo de la tecnología está completamente vinculado al desarrollo de la sociedad. Fuerzas económicas y sociales actúan como variables explicativas de las innovaciones tecnológicas. Esto se puede resumir en lo que llaman “la presión de la demanda”, defendiendo la idea de que una demanda externa influye en una tasa de aplicación de nuevos inventos en los procesos de producción (Sampere, 2001).

Los modelos lineales de innovación empezaron a ser cuestionados por sus limitaciones, dado que las cifras de investigación y desarrollo recogidas por distintas instituciones no reflejaban los resultados de la innovación y, por otro

lado, tendían a subestimar la actividad innovadora de las pequeñas empresas, ya que numerosas compañías innovan con éxito sin contar con grandes recursos para investigación y desarrollo. La explicación se halla en que los datos sobre patentes son limitados porque no todas las empresas siguen la misma política en materia de depósitos. Además, informan de la fase de invención pero casi nunca de su comercialización y por tanto del impacto económico de la misma.

b. Modelo avanzado de innovación. Integra el desarrollo con la producción, la ingeniería con el mercado (o comercialización) y la investigación (invención, ciencia) con el equipamiento (ejecución del diseño, sustitución o adaptación de una tecnología de acuerdo con el mercado), lo que hace del proceso innovador una búsqueda constante de oportunidades de negocio, puesto que siempre se está reevaluando cada etapa con base en la experiencia acumulada durante dicho proceso, favoreciendo el desempeño de la empresa. El *enfoque interfuncional* de las anteriores prioridades, orientadas hacia lo que se puede producir o lo que se requiere en el mercado, proporciona las sinergias necesarias para lograr eficiencia productiva y eficacia hacia los clientes (Schroeder, 1992).

Recientemente en la literatura se ha descrito el modelo de *enlaces en cadena*, que podría considerarse como avanzado, en el cual se aborda la innovación como un conjunto de actividades relacionadas las unas con las otras y cuyos resultados son frecuentemente inciertos. A causa de esta *incertidumbre*, no hay progresión lineal entre las actividades del proceso y a menudo es necesario volver a fases preliminares para resolver problemas de puesta a punto, de tal forma que, en cada etapa es posible volver a otra anterior. En este modelo, la investigación y desarrollo no es una fuente de invenciones, sino una herramienta que se utiliza para resolver los problemas que aparezcan en cualquier fase del proceso. La empresa dispone de una base de conocimientos a la que acude para resolver los problemas que se le plantean al innovar (Instituto Nacional de Estadística - España, 2003).

TABLA 2-1. MODELOS ESTÁTICOS DE INNOVACIÓN

Modelo	Características claves
Incremental dicotomía radical	Define la innovación como incremental si las capacidades requeridas para explotarla se basan en las ya existentes; radical si las capacidades requeridas son muy diferentes de las existentes. Hace énfasis en el componente tecnológico de la innovación; agrupa el conocimiento tecnológico y de mercado; agrupa el conocimiento de componentes y el arquitectónico.
Abernathy–Clark	Separa el conocimiento tecnológico y de mercado. Destaca la importancia de las capacidades de mercado.
Henderson–Clark	Separa el conocimiento tecnológico en el de componentes y arquitectónico. Define la innovación como: incremental si intensifica el conocimiento arquitectónico y el de componentes; arquitectónico, si se intensifica el conocimiento de componentes pero se destruye el arquitectónico.
Cadena de valores agregados de la innovación	Extiende el énfasis a toda la cadena de valores agregados de la innovación compuesta por proveedores, clientes e innovadores complementarios. Es de importancia también la competencia del ecosistema de una compañía.
Liderazgo estratégico	Explora el papel de la alta dirección y argumenta que si una empresa adopta o no una innovación esto es una función de la lógica dominante de la alta dirección.
Matriz de familiaridad	Sugiere que el éxito en adoptar una innovación es una función del mecanismo de adopción utilizado.
Calidad y cantidad del nuevo conocimiento	No es sólo cómo es el nuevo conocimiento, sino también cuánto hay de ese nuevo conocimiento y su naturaleza.
Apropiabilidad y activos complementarios	Es necesario algo más que las capacidades tecnológicas para explotar una innovación; también son importantes el régimen de apropiabilidad de la innovación y los activos complementarios.
Opción estratégica	Las opciones estratégicas de una compañía son las que determinan si esta explota una innovación y no tanto la destrucción de competencias o una falta de incentivos para invertir en una innovación.

Fuente: Dueñas, 2004

41 El conocimiento arquitectónico hace referencia a las vinculaciones que existen entre los componentes de los productos

En conclusión, la innovación no debe entenderse como un proceso lineal bien delimitado y de encadenamiento automático, sino como un sistema de interacciones y retroalimentaciones entre diferentes factores y actores, cuya experiencia y conocimientos se refuerzan mutuamente y se acumulan. De lo anterior se desprende que es estratégico que una organización logre establecer mecanismos de interacción eficientes no solo en el nivel interno sino con instituciones externas que pueden ayudar a innovar. De otro lado, la innovación tecnológica se puede visualizar en función de modelos estáticos o dinámicos, según la rigidez de las fases o su nivel de interacción y retroalimentación con el mercado (tablas 2-1 y 2-2).

TABLA 2-2. MODELOS DINÁMICOS DE INNOVACIÓN

Modelo	Características claves
Utterback-Abernathy	Tres fases en el ciclo de vida de una innovación: fluida, de transición y específica. El diseño dominante define un punto decisivo en la vida de una innovación. Desde innovación radical de producto a diseño dominante, a innovación incremental. Desde innovación principal de producto, a innovación principal de proceso. Desde muchas compañías pequeñas que ofrecen productos únicos, hasta pocas compañías que ofrecen productos similares. Desde compañías rentables, a las menos rentables.
Tushman-Rosenkopf	Similar en características al modelo anterior: discontinuidad tecnológica, era de fermento, surgimiento de un diseño dominante y era de cambio incremental. Los resultados del esfuerzo hecho en una tecnología disminuyen a medida que se aproximan los límites de la tecnología. Los límites de una tecnología pueden predecirse por el conocimiento de sus límites.

Fuente: Dueñas, 2004.

2.3.2.3 Clases de la innovación tecnológica.

Una primera clasificación se basa en la separación entre absolutas (radicales) y relativas (graduales). Las primeras son la resultante de un proceso sistemático y organizado, basado en el conocimiento de las ciencias básicas y en la compra de tecnología exógena; mientras que las innovaciones relativas o incrementales son aquellas en las cuales no cambian sustancialmente los productos, procesos, equipos, operaciones existentes y, por lo general, no requieren de grandes inversiones (*Manual de Oslo*, 1992).

Las innovaciones tecnológicas se pueden clasificar también según: (1) el objeto; distinguiéndose las innovaciones de *producto, proceso o servicio*; (2) el tipo de componentes y su relación; siendo *incremental* si los componentes y su relación no se modifican sustancialmente, *modular* si los componentes son nuevos y las relaciones entre los componentes se mantienen, *arquitectónica* si las relaciones entre componentes son nuevas pero los componentes son los mismos, *radical* si los componentes y relaciones entre estos son nuevas; (3) la relación entre tecnología y mercado, permitiendo diferenciar la innovación en *innovación regular* si la tecnología y el mercado es el mismo, *innovación revolucionaria* en el caso en que la tecnología es nueva y el mercado se mantiene, *innovación explotadora de nichos* cuando el mercado es nuevo pero la tecnología es la misma, e *innovación arquitectónica* si tanto el mercado como la tecnología son nuevos (Mandado *et al.*, 2003).

De otro lado, algunos autores utilizan clasificaciones en función del aspecto del proceso productivo que se ve afectado: *innovación técnica*, que se realiza sobre productos, servicios o procesos, en contraste con la *innovación administrativa*, que se efectúa sobre la estructura organizacional y los procesos administrativos y puede o no afectar la innovación técnica (Afuah, 1999). Siguiendo un esquema semejante, Ruelas (2004) diferencia entre la *innovación en la t pequeña*, mejoras graduales o radicales en los productos, a diferencia de *innovación en la T grande*, innovaciones que se introducen en el modelo de negocios. De cualquier forma, las dos percepciones abordadas por los autores antes mencionados se diferencian básicamente en la forma de nombrar la innovación.

Teniendo en cuenta que se manejan diversos términos para referirse al tipo de innovación y se tiende a confundir con el grado de la misma, Vargas *et al.* (2003) realizaron la siguiente discriminación, en la cual la innovación se puede caracterizar de acuerdo con tres indicadores: el tipo, el grado y el alcance. (Tabla 2-3).

2.3.2.4 La innovación tecnológica en Colombia.

Una comparación de estudios indica que en América Latina el cambio tecnológico es exógeno y la capacidad para incorporarlo está poco desarrollada; los procesos de innovación son informales, episódicos y sistémicos; predominan las innovaciones adaptativas e incrementales, y son escasas las actividades de investigación y desarrollo; así mismo, son bajas las capacidades de eslabonamiento tecnológico. En Colombia se destaca que el papel de la tecnología y la innovación no es estratégico sino funcional; el perfil tecnológico de las

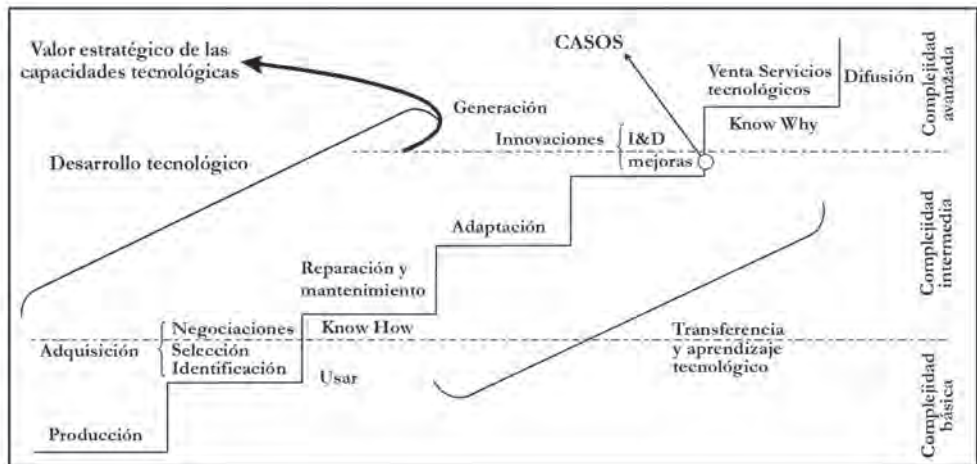
TABLA 2-3. CLASES DE INNOVACIÓN

Caracterizadores	Descriptor	
Cadena de valor	Producto Organizacionales	Proceso Comercialización
Grado	Incremental Radical con patente Radical sin patente	
Alcance	Local - regional Nacional Internacional	

Fuente: elaborado a partir de Vargas *et al.* (2003)

empresas obstaculiza desarrollar capacidades de innovación avanzadas; los empresarios y los usuarios son actores claves de los procesos de innovación; los aprendizajes tecnológicos generados por las innovaciones son claros, pero sus efectos no son competitivos (Malaver y Vargas, 2004). De acuerdo con lo anterior, en la escalera tecnológica (Figura 2-2), las empresas colombianas se encuentran en un nivel de complejidad intermedio.

FIGURA 2-2. LA ESCALERA TECNOLÓGICA



Fuente: Vargas *et al.* (2003)

En el primer nivel, de complejidad básica, se muestra cómo el desarrollo tecnológico es fruto de la incorporación de las tecnologías que ofrecen algunos proveedores mediante procesos básicos de identificación y selección. En el se-

gundo nivel, de complejidad intermedia, se observan habilidades de la empresa para adelantar procesos de negociación que facilitan no solo la adquisición de los artefactos tecnológicos (maquinaria y equipo) junto con *know-how*, sino de la transferencia de los conocimientos que posibilitan la asimilación y el dominio tecnológico. Esto propicia la adquisición de capacidades para efectuar actividades de reparación y mantenimiento de la tecnología transferida y, más aún, para hacer un uso creativo de esas tecnologías que permita realizar adaptaciones, mejoras o innovaciones incrementales. En el tercer nivel, de complejidad avanzada, estas capacidades dan lugar a procesos sistemáticos de innovación mediante actividades de investigación y desarrollo, y a la venta de servicios (conocimientos) tecnológicos por parte de las empresas (Vargas *et al.*, 2003).

Ante las limitaciones de las empresas latinoamericanas y, por supuesto, de las Pymes, para invertir en tecnología que garantice mejoras incrementales o radicales en los productos, algunos autores coinciden en recomendar que la oportunidad está en innovar en la forma de hacer las cosas (T grande). Al carecer de una trayectoria tecnológica, las empresas en América Latina y en las economías emergentes en general, han definido su propia idea de innovación, concentrando sus esfuerzos en la T grande con la ambición de competir de igual a igual en la arena de los negocios internacionales (Ruelas, 2004). En el mismo sentido, se afirma que para desarrollar una estrategia competitiva para Pymes, quizás es más favorable empezar por la gente, es decir, por aprender a modificar sus esquemas de negocios, por la forma como definen sus estrategias competitivas; en últimas, por la manera de desarrollar pensamiento estratégico, de tal forma que así encuentren el modo de innovar sus productos (Barreto, 2004).

Una perspectiva más amplia de la innovación en las Mipymes colombianas la proporciona el análisis del Premio Colombiano a la Innovación Tecnológica Empresarial para Mipymes, Innova. El premio Innova surge como un mecanismo del Gobierno para incentivar el desarrollo de procesos de innovación en las Mipymes⁴², y fue creado con el objetivo fundamental de difundir las innovaciones de las empresas, determinar brechas tecnológicas en los sectores productivos

42 El Estado colombiano, consciente de la importancia de las Mipymes debido a que estas constituyen el conjunto de empresas que tienen mayor impacto económico y social por su contribución al empleo nacional y al PIB, ha generado diversos mecanismos con el objetivo de incentivar actividades de desarrollo tecnológico e innovación, a través de la promoción de políticas, como la Ley 633 de 2000 para la deducción por inversión en desarrollo científico y tecnológico, la consolidación de instrumentos de cofinanciación de programas, proyectos o actividades que estimulen la capacidad de desarrollo e innovación, como los de Fomipyme y Colciencias, entre otros.

y reconocer el esfuerzo de las compañías en este sentido, contribuyendo de tal modo a la consolidación de una cultura innovadora y de desarrollo tecnológico de los sectores económicos del país⁴³. De acuerdo con la normatividad que rige al premio, las empresas ganadoras, además del reconocimiento que reciben, tienen apoyo para obtener asistencia técnica en su gestión estratégica, operativa y técnica, para la capacitación especializada de alguno(s) de sus trabajadores, para el trámite de patentes y para la participación en eventos y ferias nacionales e internacionales sobre innovación y desarrollo tecnológico.

Hasta el momento se han realizado tres versiones desde el año 2004, en las cuales se ha logrado progresivamente un incremento en el número de entidades postuladas al premio, evidenciando su consolidación y reconocimiento entre los empresarios, así lo demuestran las cifras: para su segunda versión el número de postulaciones aumentó en un 11,43%, mientras que entre el 2005 y el 2006 aumentó un 91,5%. En la última versión, realizada en el 2006, se contó con una alta participación de microempresas, mientras que la participación de pequeñas y medianas empresas fue moderada, lográndose destacar ciertos aspectos en relación con la innovación en este segmento de empresas:

- aunque las microempresas presentaron una alta participación en las postulaciones al premio con respecto a las pequeñas y medianas, este no es un indicador de su potencial innovador, ya que los resultados mostraron que las empresas innovadoras se distribuyeron homogéneamente entre micro, pequeñas y medianas;
- al comparar las áreas en las cuales se registraron las innovaciones se encuentra que existe una alta participación de los sectores de alimentos y bebidas, así como de informática y actividades conexas. A partir de los resultados de la evaluación fue posible identificar que los sectores de *software* y servicios se vienen consolidando como focos de desarrollo de iniciativas en innovación y diseño, no solo por la cantidad de postulaciones sino por los resultados obtenidos en las calificaciones de los expertos, y último, por su participación en el conjunto de empresas ganadoras;
- en cuanto a la distribución geográfica de las postuladas, se observó una alta concentración de empresas de los departamentos de mayor activi-

43 República de Colombia, Decreto 1780 de 2003, por el cual se crea el Premio Colombiano a la Innovación Tecnológica Empresarial para las Mipymes, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2003.

dad económica, es decir, Cundinamarca y Antioquia. Sin embargo, se evidenciaron debilidades de ciudades grandes como Bogotá, donde el número de postulaciones fue alto pero su representatividad en el grupo de ganadoras fue moderada, contrastando con los resultados obtenidos por empresas provenientes de ciudades más pequeñas como Armenia, Bucaramanga, Copacabana, Itagüí, La Estrella y Popayán;

- al analizar la cadena de valor del premio es posible establecer que aparentemente hay una participación de los diversos actores del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en las actividades involucradas en conceder el premio; a pesar de ello, los resultados obtenidos al evaluar los productos y procesos innovadores de los empresarios reveló que estos se desarrollan gracias a las dinámicas de cada empresa o al talento de una persona en particular que dentro de la empresa impulsa estos desarrollos, evidenciando la desarticulación entre los actores del SIN;
- existen dificultades en la unificación y apropiación del concepto de innovación y los términos asociados a esta no solo a nivel empresarial, sino al de las instituciones gubernamentales y las de apoyo, así como a nivel académico;
- en Colombia se evidencia un problema cultural que impide que las empresas que coexisten en diferentes ciudades se interrelacionen tanto con otras empresas como con centros de investigación y organizaciones del Gobierno para de esta manera nutrir conceptos y posteriormente generar nuevas ideas, que son el insumo principal para las innovaciones.

A pesar de este panorama es posible establecer que en Colombia se están generando las bases para que en el largo plazo la innovación tecnológica se constituya en una variable estratégica de impacto en la productividad y competitividad. Lo anterior se sustenta en la firma del Pacto Nacional por la Innovación Tecnológica realizada en febrero de 2005, suscrito por los actores involucrados en esta actividad como: el Gobierno en función de promotor de políticas y generador de entornos favorables; el empresariado comprometido con el aumento de la inversión en investigación y desarrollo, así como en actividades de innovación; el sector financiero liderando el financiamiento a la innovación a través de la consolidación de mercados de capital de riesgo, y finalmente la academia y la comunidad investigadora del país, comprometidos con la formación de recurso humano del más alto nivel para la investigación, en áreas estratégicas de la ingeniería y la ciencia.

Colciencias sostiene que a Colombia le llegó la hora de fortalecer la competitividad para ingresar pujante a la sociedad del conocimiento y a los mercados procesos de globalización, dado que la única forma en que puede hacerlo debidamente es potenciando sus capacidades de innovación desde las regiones, para además alcanzar elevados niveles de desarrollo económico y social (Guerra, 2005). En el mismo sentido, se expresa que el desarrollo sostenible del país, en términos económicos y sociales, requiere del crecimiento competitivo, y entre otros factores, de empresas modernas que otorguen a la tecnología y al conocimiento un lugar privilegiado en su gestión cotidiana (Villegas, 2005).

Las PYME tienen apoyo por parte del SENA, ya que esta institución promueve los proyectos focalizados principalmente hacia ellas, en el mejoramiento de las capacidades tecnológicas que estén orientadas al aprendizaje tecnológico y a la gestión tecnológica. Lo anterior, ante la conciencia de que el crecimiento de las empresas con equidad social estará atado a su capacidad de generar productos diferenciados, con alto valor agregado para los consumidores y de alta calidad (Montoya, 2005).

2.3.3 *La innovación tecnológica y la estrategia de la empresa*

Desde el siglo pasado varios autores han estudiado la importancia de la innovación y los empresarios innovadores siempre han sido vistos como los promotores del cambio y del progreso. Los innovadores son los pioneros en el proceso del cambio tecnológico, son quienes lo inducen. La innovación tecnológica, que hace diferentes a unas firmas de otras a través de variaciones en los niveles de eficiencia observados en sus procesos, determina en la economía cierto elemento de monopolio, del cual depende la ganancia (Battini, 1994). Cuando los sistemas económicos son más dinámicos, la innovación y los procesos innovadores se convierten en factores esenciales para la supervivencia de cualquier organización. Se presentan en forma continua fuerzas nacidas de la competencia y del cambio que atentan contra la seguridad económica de la firma, y esta requiere de una reacción interna, plasmada en forma de innovaciones tecnológicas y administrativas, encauzadas a través de planes claramente establecidos.

El desarrollo acelerado de la tecnología puede convertirse en un arma de doble filo para cada firma en forma individual. Sus decisiones de inversión deben ir acompañadas de profundos estudios, debido a que el nivel de riesgo se incrementa ante la clara posibilidad de obsolescencia de los equipos en un período relativamente corto. Las innovaciones tecnológicas aceleran la competencia intra e intersectorial, con la invasión de sectores tradicionales por los grupos

más dinámicos e innovadores. El análisis que precisa hacer un innovador en el momento de decidir un determinado curso de acción, trasciende más allá de los estudios de mercado. Dado que el objetivo perseguido al realizar cualquier proceso innovador es incrementar los niveles de utilidades sobre los valores considerados normales, el área de estudio ha de extenderse hacia la identificación de las posibles barreras con las cuales puede chocar la innovación con el fin de lograr desarrollar de una forma efectiva las herramientas que sirvan para anular los efectos negativos (Serna, 1997). En un país como Colombia, donde existen básicamente pequeñas y medianas empresas, la innovación se enfoca en adoptar técnicas que van a lograr efectivos incrementos en la productividad (Hodson, 1992).

La innovación tecnológica es esencialmente una actividad bilateral o de acoplamiento (Freeman, 1974). Se afirma esto porque siempre se comporta como una necesidad o como el medio para alcanzar un mercado potencial para un nuevo producto o proceso. La innovación tecnológica actúa, de un lado, como conocimiento técnico que puede estar disponible, y de otro, como nuevo conocimiento resultado de una investigación.

El empresario con espíritu innovador puede fracasar por (1) descuidar las exigencias específicas del mercado potencial o los costos de su producto; (2) carecer de la necesaria competencia científica para desarrollar un producto o proceso, allanando el campo para que otros entren. El fracaso puede surgir de la incertidumbre y de la posibilidad de juicios erróneos acerca del mercado y la competencia.

Una política para fortalecer la innovación en la industria, que pretende influir en la distribución por tamaños de las empresas, actúa en dos direcciones (Freeman, 1974): por un lado, permite fomentar la formación de los proyectos innovadores lanzados por empresarios – inventores y, por el otro, ayuda al crecimiento y sustentación del ciclo innovador en la empresa. Ello permite a la firma poseer varias estrategias cuando se va a enfrentar a un cambio tecnológico. Además, facilita la selección entre varias alternativas, como: (1) utilizar sus recursos y sus capacidades científicas y técnicas en una diversidad de combinaciones diferentes; (2) otorgar un peso mayor o menor a consideraciones de largo y corto plazos; (3) formar alianzas de distinta clase (como los *joint ventures*); (4) adquirir licencias de innovaciones hechas en otros países y desarrollar diferentes productos y procesos por sus propios medios.

Freeman (1974) también plantea dos tipos de estrategias para abordar la innovación. Las *estrategias defensivas* pretenden conseguir un liderazgo técnico

y de mercado colocándose a la cabeza de los competidores en la introducción de nuevos productos. La firma que persigue este tipo de estrategia es intensiva en investigación, dado que depende en gran medida de la investigación y desarrollo propios. Las *estrategias defensivas*, también denominadas imitativas, dependientes, tradicionales u oportunistas, no implican ausencia de investigación y desarrollo, ya que pueden poseer tanta investigación como las ofensivas. La diferencia estriba en el ritmo y naturaleza de las innovaciones. El tipo de innovador defensivo no pretende ser el primero en el mundo o en su sector, pero tampoco quiere ser dejado atrás por la ola del cambio tecnológico. Es un empresario que no asume el riesgo de ser el primero en innovar, queriéndose aprovechar de los errores de los primeros innovadores y de sus mercados. Finalmente, se tienen mezclas de estrategias, donde puede primar más la imitación y tener, sin embargo, un carácter ofensivo en un mercado determinado.

Referente a la relación entre el tamaño de las empresas y la innovación, tradicionalmente se ha argumentado que las empresas grandes son más innovadoras que las pequeñas, debido a sus economías de escala en investigación y desarrollo, que les permiten mayores facilidades para conformar grupos de investigación. No obstante, las pequeñas y medianas empresas, PYME⁴⁴, gracias a que pueden aprovechar las ventajas de las economías de variedad, calidad y flexibilidad para fabricar productos en pequeños lotes dirigidos a mercados segmentados, están en capacidad de originar características propias de la innovación para generar ventajas competitivas. Freeman (1993) propone que las pequeñas empresas pueden tener una ventaja comparativa en las primeras etapas del trabajo de invención y en las investigaciones menos costosas pero más radicales, mientras que las grandes empresas tienen ventajas en las últimas etapas y en el escalamiento de una invención, lo cual resulta explicable,

44 La definición que se maneja de micro, pequeña y mediana empresas, Mipyme, desde la perspectiva cuantitativa para Colombia, es (Mindesarrollo, 2000): *Microempresa*: unidades económicas con no más de 10 trabajadores, cuyos activos totales no exceden los 500 salarios mínimos mensuales legales vigentes. *Pequeña empresa*: unidades económicas que poseen entre 11 y 50 trabajadores, cuyos activos totales deben estar entre 501 y menos de 5.001 salarios mínimos mensuales legales vigentes. *Mediana empresa*: Unidades económicas que poseen entre 51 y 200 trabajadores, cuyos activos totales deben encontrarse entre 5.001 y 15.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes. Dentro del plano económico se considera a las PYME como unidades productivas que de manera individual no poseen la capacidad para fijar precios o determinar el comportamiento del mercado en el cual enfrentan una mayor competencia en comparación con el entorno en el que se desenvuelve la gran empresa. Desde el punto de vista sociológico, las PYME se originan generalmente de una intención unipersonal, generando procesos individuales de formación de capital, sin tener un carácter corporativo, como sucede con la gran empresa. Entre la gran empresa y las PYME existen sustanciales diferencias tanto estructurales como en la forma en que son administradas.

pues es en esas etapas donde mayores recursos son necesarios para concretar el proceso de innovación.

En este sentido, las PYME se sustentan en el hecho de no necesitar grandes volúmenes de inversión y en la posibilidad de arrendar, lo cual hace que sus costos fijos sean menores a los de las grandes empresas, permitiéndoles de este modo obtener un rápido ajuste a las condiciones cambiantes de la demanda (Zerda y Rincón Guille, 1998). Sin embargo, en cualquier tipo de tamaño, las empresas innovadoras tienen como elemento común una estrategia empresarial integrada con la estrategia tecnológica, que revela una clara orientación hacia el mercado.

2.3.4 *Indicadores de innovación*

El desafío de construir indicadores de innovación refleja la preocupación de los especialistas de todo el mundo en la búsqueda de instrumentos eficaces para dirigir la política de ciencia y tecnología hacia resultados deseables desde la perspectiva económica, social y cultural; dicha preocupación es todavía más acentuada en los países en desarrollo, donde, de manera reconocida, la distancia entre los objetivos de la política y los resultados alcanzados, por lo general, es bastante mayor (Brisolla, 1997).

En los países con economías emergentes el desarrollo tecnológico aparece como un factor externo por su alta dependencia tecnológica, destacándose en este contexto la desarticulación entre ciencia, tecnología y sociedad, lo cual implica además una deficiencia en los sistemas de medición de la innovación y de su impacto en la sociedad. Pero es precisamente en estos países donde la escasez de recursos presiona por una mayor productividad de las inversiones públicas, por lo cual se hace necesario obtener este tipo de indicadores de forma confiable. Adicional a lo anterior, los sistemas de medición deben basarse en interpretar la diferencia entre el potencial científico y tecnológico de una sociedad (en términos de su capacidad de generar ciencia y tecnología, así como de recibir y absorber soluciones de ciencia y tecnología originadas en el país, o adquirirlas a través de la transferencia de tecnología) y su transformación en innovaciones sociales y económicas (Barre, 1997).

En los países desarrollados los indicadores de innovación están sistematizados, como en el caso del *Manual de Oslo*, que fue lanzado al mercado por iniciativa de la red Nesti (*Net of Experts on Science and Technology Indicators*) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico,

OECD, el cual se trata de un compendio de metodologías destinadas a medir los resultados tecnológicos, especialmente en los procesos de innovación tecnológica. Este manual comprende tópicos relacionados con la innovación industrial y tecnológica, sin abordar transformaciones organizacionales o sociales resultantes de la innovación. Su base teórica parte de las percepciones de Schumpeter, quien distingue cinco tipos de innovación: (1) la introducción de un nuevo producto; (2) la introducción de un nuevo método de producción; (3) la apertura de un nuevo mercado; (4) la conquista de una nueva fuente de materias primas o productos semifabricados; y (5) la reorganización de una industria.

Las acciones encaminadas a la realización de procesos de innovación tecnológica se denominan actividades innovadoras, las cuales el *Manual de Oslo* (1992) describe así:

a. Investigación y desarrollo experimental. Trabajo creativo hecho sobre base sistemática para aumentar el *stock* de conocimientos y su uso para nuevas aplicaciones. El desarrollo experimental se distingue por la construcción y puesta a prueba de un prototipo, un modelo original que incluye todas las características técnicas y de desempeño de un nuevo producto o proceso.

b. Ingeniería industrial. Adquisición y modificación de máquinas, instrumentos y procedimientos de control de calidad, métodos y patrones. Dentro del aseguramiento de la calidad se posibilita la incorporación de las diferentes fases de la actividad innovadora en la cotidianidad de las empresas, desde el monitoreo hasta la mejora de materiales o productos. Por otra parte, las actividades de diseño y desarrollo tecnológico de nuevos productos permite ligar tres fases que se presentan en la actividad innovadora y que también conforman las etapas básicas del proceso de transferencia de tecnología: adopción, asimilación y adaptación de las tecnologías.

La calidad⁴⁵ se entiende como la satisfacción permanente de las necesidades y expectativas de los usuarios, clientes y consumidores externos e internos de una empresa (Mariño, 1992). De acuerdo con la norma NTC ISO 8402, existe una relación especial entre el ciclo de innovación tecnológica (definido

45 El concepto de calidad de Mariño, que abarca tanto al cliente y usuarios externos como a los propios miembros de la empresa, es el modelo auténtico de una calidad total que busca el aumento de la competitividad y de la productividad de la empresa (ambos términos ligados a la innovación).

por las etapas de anticipación, planeación, investigación y validación), con el ciclo de Deming o de mejoramiento continuo (planear, hacer, verificar y estandarizar), ya que ambos persiguen el mismo fin: generar un modelo de gerencia competitiva a partir de la aplicación de herramientas de gestión como planeación estratégica, gestión de la calidad y gestión de la tecnología, entre otras (Casanova, 1999).

La innovación puede asimilarse como el desdoblamiento de la calidad mediante la interpretación científica de las necesidades del cliente (Ramírez, 1997). Esto se verifica al revisar el ciclo de la calidad, retomado en los siguientes términos: investigación de mercado, diseño de producto o servicio, planeación, manufactura, control, distribución y servicio al cliente, lo cual en esencia es equivalente al proceso de innovación tecnológica. Por lo anterior es recomendable la aplicación, por lo menos, de las normas de calidad ISO 9000 o de un modelo de calidad para el desarrollo exitoso de proyectos de innovación (Bernal, 1992; McCormick, 1999).

c. Inicio de la manufactura y marketing de nuevos productos. Incluye modificaciones en el proceso y en el producto, entrenamiento de personal y test de producción, nuevos proyectos e ingeniería. Por su parte, el *marketing* corresponde a las actividades relacionadas con el lanzamiento de los nuevos productos al mercado, incluyendo pruebas de mercado y adaptación del producto a nuevos mercados. No incluye necesariamente construcción de redes de distribución de los nuevos productos.

d. Adquisición de tecnología. En la forma de patentes, inventos sin patentes, licencias, *know-how*, marcas, proyectos, modelos y servicios con contenido tecnológico.

e. Proyecto. Parte esencial de la actividad de innovación. Se traduce en los planos y los diseños de procedimientos, las especificaciones técnicas y otros datos operacionales necesarios para la concepción, el desarrollo, la manufactura y el *marketing* de nuevos productos y procesos.

Es importante tener en cuenta que no todas las actividades innovadoras resultan en innovaciones reales. Así mismo, parte de la investigación básica y tecnológica general no puede ser atribuida a algún proyecto específico de innovación. Por otro lado, algunos proyectos de innovación no son exitosos a pesar de haber comprendido anteriormente actividades innovadoras, lo cual reafirma la idea base de la innovación como resultado del conjunto de las actividades totales de la empresa (Brisolla, 1997).

La medición del desempeño de las actividades de investigación y desarrollo está ganando una importancia creciente porque la eficiencia y efectividad de estas actividades no solo determina la ventaja competitiva de la empresa sino su sobrevivencia (Godener y Söderquist, 2004). Para producir indicadores de innovación, el *Manual de Oslo* (1992) los plantea en función de los siguientes objetivos:

- *Tecnológicos*. Buscan desarrollar productos radicalmente nuevos que originarán nuevos mercados; imitar líderes innovadores; adaptar tecnologías ya relacionadas para necesidades de la empresa; crear desarrollos incrementales en técnicas existentes; modificar los métodos de producción de productos existentes.
- *Económicos de la empresa*. Orientados a realizar innovaciones de producto mediante la sustitución de bienes en progresivo desuso; extender su uso dentro del mismo campo y fuera del campo principal común; mantener la participación en el mercado, abrir nuevos mercados en el exterior y para nuevos estratos del mercado interno; hacer innovaciones de proceso para aumentar la flexibilidad de la producción; aminorar los costos de producción a través de la reducción de la incidencia de los salarios en el costo, de la disminución en el consumo de materias primas y en la energía de limitar la tasa de rechazo de los productos y los costos de proyecto del producto; la mejoría de las condiciones de trabajo y la minimización del efecto negativo sobre el ambiente.

El *Manual de Oslo* indica que para la obtención de indicadores es muy importante valorar el trabajo empírico con las empresas. Los indicadores toman en cuenta el conocimiento sobre aspectos cualitativos de la innovación. Para ello, es imprescindible una información confiable y detallada sobre los costos y utilidades de la empresa, estados de pérdidas y ganancias, anuarios de producción y de mano de obra, inversiones en proyectos de investigación y desarrollo, entre otros. Por su parte, el *Manual Frascati* (1994) también ofrece una recopilación de métodos para la normalización de indicadores económicos, medición del personal dedicado a la investigación y desarrollo, gastos destinados a investigación y desarrollo, y determinación de indicadores macroeconómicos.

Finalmente, se debe mencionar que la tendencia a encontrar metodologías para evaluar los impactos de la innovación tecnológica ha sido motivo de variados estudios y en la literatura especializada es creciente la cantidad de reportes sobre el tema. En este sentido, Guijarro y Fatás (2002), evaluando

la gestión de las PYME en la industria española, plantearon un modelo que evalúa la innovación por sus salidas después del proceso innovador, analizando aspectos como: (1) número de funcionarios con educación superior, (2) facturación del producto innovador, (3) porcentaje de exportaciones, costos relacionados con la innovación, (4) porcentaje del capital en manos de los administradores, y (5) un indicador del tamaño de la empresa. En contraste, Ferrari y colaboradores (2002) abordan el objetivo de medir la innovación por el volumen y las fuentes de información que son tomadas como insumo en el proceso. Recientemente, fue publicado un interesante modelo (Bruno *et al.*, 2005), aplicado para economías emergentes, denominado *Balance de la competitividad*, en el cual se “mide” la gestión de la innovación tecnológica a partir del análisis integrado de indicadores y su relación con las competencias tecnológicas⁴⁶ de las empresas e industrias (Noffs, 2005), la resistencia del mercado para asimilar la innovación tecnológica y la percepción del mercado del valor de la innovación.

2.4 Estudio de casos en la aplicación de los aspectos fundamentales de la gestión tecnológica

El entorno conceptual de un área del conocimiento no es suficiente para la generación de estrategias de desarrollo en aparatos productivos reales. Por ello, y en búsqueda de la pertinencia de los aspectos fundamentales de la gestión tecnológica, a continuación se documentan estudios realizados recientemente que evidencian el estado actual de los tópicos en el contexto nacional, abordados en la parte inicial del presente capítulo: direccionamiento estratégico, transferencia de tecnología e innovación tecnológica. Los resultados encontrados en dichos estudios son semejantes por tendencia a los reportados en los eventos académicos sobre el tema, realizados en la región durante la última década (ver, por ejemplo, las memorias de los eventos periódicos de la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica, Altec, y de la Academia de Ciencias Administrativas y Contables de México, Acacia, así como el Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica en Brasil, el Taller anual de Gestión Tecnológica en la industria, Gestec, en Cuba, entre otros). La metodología en cada uno de estos casos se ha basado en: (1) la estructuración

46 De acuerdo con Noffs, la competencia tecnológica es evaluada por el nivel de recursos (patentes, equipos e infraestructura), conocimientos y habilidades relacionadas con la investigación científica, el desarrollo y la ingeniería, que la organización tiene a su disposición y domina para producir bienes y servicios que agregan valor a sí misma y a la sociedad.

conceptual en el tema (la cual fue desarrollada en los primeros acápites del presente capítulo); (2) la elaboración de diagnósticos con información primaria y secundaria sobre las muestras de empresas analizadas, y (3) el planteamiento estratégico para el desarrollo tecnológico a partir de los resultados encontrados, la especificidad del tema y las particularidades de las empresas y sectores estudiados.

2.4.1 *Direccionamiento estratégico de la biotecnología*

Aunque la biotecnología⁴⁷ no es una ciencia en sí misma, es un área intensiva en conocimiento científico y, por tanto, depende de la generación y aplicación de este conocimiento. También es multidisciplinaria, ya que está fundamentada en diversas disciplinas. El Programa Nacional de Biotecnología de Colciencias propuso, en 2003, un ejercicio de direccionamiento estratégico que buscaba reunir a los distintos actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, para invitarlos a reflexionar sobre el futuro de la biotecnología en el país. El ejercicio realizó el análisis de las tendencias mundiales sobre el tema, las áreas de énfasis y los requerimientos, definiendo las brechas tecnológicas y de conocimiento para aprovechar el potencial de la biotecnología con una visión de largo plazo (Carrizosa *et al.*, 2005).

Con este fin se utilizaron diferentes metodologías, entre las cuales está un estudio comparativo de las políticas en biotecnología propuestas en Colombia durante los últimos diez años, así como de políticas de otros países en el tema.

2.4.1.1 Evolución y aprendizaje de las políticas en biotecnología en el contexto nacional

Se analizaron tres documentos estratégicos en biotecnología formulados en el país (Plan Estratégico del Programa Nacional de Biotecnología 1999–2004,

47 El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), firmado por los líderes de los Gobiernos de 150 países en la Cumbre de Río sobre la Tierra, en 1992, define la biotecnología como *cualquier aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados para producir o modificar productos o procesos para usos específicos*. En el Plan Estratégico del Programa Nacional de Biotecnología (PNB), está definida como *cualquier técnica o conjunto de técnicas que utilizan organismos vivos o sus partes para obtener o modificar productos, para mejorar plantas o animales, o para desarrollar microorganismos con usos específicos*.

Propuesta de política industrial en biotecnología y Bases para una política nacional en biotecnología), lo cual permitió obtener algunos aspectos relevantes que se muestran en la Tabla 2-4.

TABLA 2-4. COMPARACIÓN DE DOCUMENTOS ESTRATÉGICOS EN BIOTECNOLOGÍA

Criterios de comparación	Plan PNB 1999-2004 Colciencias (1999)	Propuesta Política Industrial (Castellanos <i>et al.</i> , 2002d)	Bases Política Nacional (Torres, 2002)
Componentes	<i>Benchmarking</i> análisis de contexto, análisis estratégico, plan estratégico, misión, visión, objetivos estratégicos	Justificación, estado de la biotecnología en Colombia (incluido el estudio de <i>benchmarking</i>), estrategias de la política industrial en biotecnología	Introducción, tendencias internacionales de desarrollo científico y tecnológico, mercados internacionales, marco juridico internacional, desarrollo institucional, situación en Colombia, marco estratégico para el desarrollo de la biotecnología.
Objetivos	Son demasiado generales	Más que objetivos, son planteamientos que debería considerar una política en biotecnología	Formulados de forma concreta y muy acertada
Elementos para la evaluación (indicadores)	NO	NO	NO
Estructura para la ejecución	NO	Colciencias a través del Consejo Nacional del PNB	NO
Recursos	NO	NO	NO
Procesos para la formulación	NO	NO	NO

Fuente: Carrizosa, Castellanos y otros (2005)

Estos documentos se caracterizan por estar bien fundamentados, lo cual se observa en los componentes de cada uno de ellos, mostrando el estado

del arte a nivel nacional e internacional, y la caracterización de la comunidad científica en Colombia, entre otros. No obstante, los objetivos planteados están estructurados de forma muy general y realmente no definen la orientación o las metas concretas de cada documento en procura del desarrollo biotecnológico. El documento de Torres (2002) intenta aportar en este sentido, ya que sus objetivos son concisos y claros, abordando temas similares a los que se identificaron en los componentes de las políticas de otros países como la competitividad, búsqueda de nuevos mercados, aprovechamiento de la biodiversidad y generación de beneficios como empleo y calidad de vida.

Se debe mencionar también que la definición de lineamientos estratégicos en dos de los documentos analizados (Castellanos *et al.*, 2002d; Torres, 2002) resultan ser muy similares y se enfocan al impulso de la investigación, el desarrollo y la innovación, un marco legal pertinente, el aumento de la capacidad científica y tecnológica, y la formación de recursos humanos, la integración de mercados, el desarrollo empresarial y comercial.

Los documentos no son específicos en cuanto a definición de indicadores, de estructuras para la ejecución de las propuestas formuladas diferentes o complementarias al Programa Nacional de Biotecnología para el caso del Plan estratégico 1999–2004 y la Propuesta de política industrial en biotecnología 2002, ni a los requerimientos de recursos. De igual forma, no se hace explícito el proceso seguido para la formulación de cada una de estas propuestas, aunque se llega a mencionar que se contó con una amplia participación de representantes de diversos sectores, como en el caso de la propuesta de política industrial en biotecnología (Colciencias, 1999).

2.4.1.2 Aprendizaje del contexto internacional

En el análisis de los documentos de política de diversos países (Australia, Canadá, Corea, Chile y Argentina) se pueden resaltar varios aspectos, que a su vez aportan valiosos elementos, en la definición de estrategias para la biotecnología en Colombia:

- El principal aporte del estudio de políticas en biotecnología en el contexto internacional es la identificación de un ente responsable de la ejecución de las políticas con el objetivo de articular los diferentes actores en pro del desarrollo de la biotecnología en cada país. Se destaca la presencia de órganos de representación al más alto nivel, en los cuales participan los ministerios relacionados con la biotecnología y otras entidades de

carácter público y privado. Igualmente, se resalta la asesoría de grupos o foros integrados por expertos, asociaciones gremiales e industriales y representantes de otros sectores y de la comunidad en general.

- La orientación de las políticas es, en general, muy similar, y busca abordar elementos claves como: regulación de la biotecnología, especialmente en temas como la bioseguridad y derechos de propiedad intelectual; desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas junto con procesos de innovación como base para generar productos y servicios competitivos; formación de recursos humanos especializados de acuerdo con los requerimientos de las áreas que en cada país se consideran prioritarias; conservación y aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, así como generación de beneficios en áreas como la salud y la alimentación; percepción de la biotecnología y su apropiación pretendiendo generar confianza a través de información acertada y oportuna a la comunidad. Estos elementos claves son concretados a través de los lineamientos estratégicos de cada política y los objetivos macro que se persiguen con su ejecución. Otros elementos sobresalientes son el desarrollo y la integración empresarial (como grupos bioindustriales) a partir de biotecnología tradicional pero generando innovaciones.
- Resulta fundamental, aunque complicado, establecer los elementos que permitirán la evaluación de los procesos de ejecución de las políticas y el grado de cumplimiento de los objetivos planteados. En este sentido, sólo algunos países dejan explícito este aspecto en forma de metas muy concretas (Corea y Chile) o a través de la definición de un sistema que permita realizar este seguimiento.
- Los recursos destinados por los países para la ejecución de las políticas en biotecnología son considerables. Este aspecto permite observar el grado de compromiso de los Gobiernos con relación al desarrollo biotecnológico, así como el de otros actores (la industria coreana, por ejemplo) y la claridad respecto al hecho de que los procesos de definición de políticas y direccionamiento involucran gastos importantes tanto en funcionamiento y soporte, como en el desarrollo de las áreas prioritarias en cuanto a investigación y desarrollo para la obtención de nuevos productos y servicios, generación y adaptación de tecnologías, así como la ampliación de mercados mediante el aumento de la competitividad.
- Los procesos seguidos para formular las políticas y dar paso a su ejecución, muestran una importante participación tanto de la comunidad investigativa

como de representantes del Gobierno, las asociaciones y gremios, las regiones y el público en general. De nuevo se resalta el impulso dado por el Gobierno central en cada caso, a través de la conformación de consejos interministeriales y equipos de trabajo y discusiones, junto con la destinación de recursos para realizar desde las actividades de consulta a los diversos actores, hasta la implementación de las estrategias definidas en cada política.

2.4.1.3 Generación de estrategias para el direccionamiento de la biotecnología en Colombia

Con base en los resultados obtenidos en el estudio comparativo de políticas en biotecnología de varios países, junto con la comparación establecida entre tres documentos estratégicos en biotecnología formulados en el país, se plantean las siguientes bases de estrategia para el direccionamiento de la biotecnología:

- Es prioritario definir responsabilidades, para lo cual es necesario contar con una estructura que las asuma, actuando como ente líder del desarrollo de la biotecnología. Este ente debe coordinar el desarrollo de las estrategias próximas y futuras en este campo, ser interlocutor entre los actores a nivel industrial, académico e investigativo y los tomadores de decisión, y además gestionar apoyos de carácter económico en diversas fuentes para garantizar la adecuada implementación de tales estrategias.
- La política en biotecnología requiere establecer mecanismos para que la comunidad conozca de manera explícita los recursos asignados para el desarrollo de las diferentes áreas consideradas como estratégicas y para que dichos recursos tengan carácter de largo plazo. Es decir, ha de garantizar estabilidad en los montos y su asignación con el fin de permitir la continuidad en la ejecución de proyectos.
- La formulación de este tipo de políticas debe partir de la priorización de áreas de desarrollo, lo cual permitirá concretar los planes y proyectos en cada una de ellas. Las políticas en biotecnología de Canadá y Corea han definido las áreas hacia las cuales enfocarán sus esfuerzos, lo cual seguramente ha contribuido a una mejor definición de los recursos tanto económicos como humanos y técnicos requeridos para el avance y la generación de impactos en tales áreas.
- La política en biotecnología precisa contar con un sistema de gestión y evaluación adecuado que permita realizar seguimiento a su ejecución,

así como la socialización de los resultados obtenidos en cada etapa, con el fin de informar y hacer partícipe a la comunidad en general. De igual forma, los indicadores que conforman este sistema serán la base para que los entes responsables de la política en biotecnología puedan tomar decisiones respecto a ajustes o formulación de nuevos lineamientos, en el marco de un proceso dinámico.

- Un factor muy importante en las políticas analizadas es la generación de confianza en la biotecnología, el cual debe retomarse en el caso colombiano, siendo fundamental la calidad de la información que se brinda al público en general. En este sentido será prioritario involucrar a los académicos e investigadores en el proceso de comunicación, ya que en general tienen mayor credibilidad que otros actores del proceso.
- La política en biotecnología exige garantizar incentivos tributarios gubernamentales para la biotecnología, esto lo han hecho otros países, como Canadá. En este sentido, podría contemplarse la creación de un programa similar al Plan Vallejo, específico para productos y servicios biotecnológicos.
- Finalmente, los procesos de formulación de políticas en otros países han involucrado infinidad de actores e implementado diversas técnicas y herramientas de gestión, consiguiendo importantes aportes para la definición de lineamientos estratégicos. En este sentido se observa que en una política en biotecnología deben generarse mecanismos de trabajo en dos frentes: la formación en gestión dirigida a los profesionales competentes en áreas de la ciencia básica; y la capacitación en temas de biotecnología para quienes toman decisiones (políticos, legisladores).

2.4.2 *Análisis de la transferencia tecnológica en Pymes*

La adquisición de conocimiento tecnológico externo se ha convertido en una práctica usual para las empresas. En la literatura de manera creciente se reportan estudios que involucran, entre otras, las variables mencionadas en el acápite 2.2. Así por ejemplo, recientemente se propuso un modelo conceptual para el desarrollo de capacidades tecnológicas a partir de transferencia de conocimiento externo, aplicado a la industria farmacéutica, para lo cual se evaluaban las siguientes variables (Takahashi y Tacahashi, 2005): capacidad tecnológica, capacidad de absorción, cultura de aprendizaje, modos de transferencia y capacidad gerencial.

En el estudio de caso que se documenta a continuación, se analizó el proceso de transferencia de tecnología en una muestra de empresas que actúan como intermediarias en la transferencia de tecnología, ofreciendo al mercado soluciones (productos y paquetes tecnológicos del tipo llave en mano), que en la mayoría de casos ellas tan solo comercializan, a problemas de contaminación ambiental, mediante la aplicación de un instrumento de consulta para recolección de información primaria, estructurado en siete grupos estratégicos de variables, abordando diversos aspectos de la organización en relación con el manejo de la tecnología (Tabla 2-5). Dicho instrumento fue diligenciado por los directivos de las empresas en cuestión, y permitió establecer un diagnóstico que se tomó como base para formular estrategias orientadas a mejorar los procesos de transferencia de tecnología que hacen estas empresas a sus clientes (Castellanos *et al.*, 2002c). Tales estrategias fueron presentadas a un grupo de expertos en el tema de gestión de tecnología para su convalidación, acerca de la pertinencia y viabilidad de los conceptos de gestión de transferencia de tecnología, sus etapas e incidencia en las empresas receptoras.

TABLA 2-5. GRUPOS DE VARIABLES ESTUDIADOS

GRUPO	VARIABLES
1. Identificación de la empresa	Tamaño de la organización, ubicación geográfica, constitución legal, actividad de la empresa, tiempo de constitución
2. Estructura y Organización	Estructura organizacional, toma de decisiones
3. Planeación Estratégica	Misión, competitividad, políticas de transferencia de tecnología, objetivos estratégicos, debilidades en transferencia de tecnología
4. Tecnología e Innovación	Conceptualización, decisiones tecnológicas, investigación y desarrollo, innovación
5. Calidad	Beneficios, evaluación de la transferencia de tecnología, contratación
6. Transferencia de Tecnología	Conceptualización, tipo y procedencia, prefactibilidad técnico-económica, modalidad de negociación, contratación, duración de etapas, protagonistas del proceso, asimilación, innovación o difusión
7. Uso de la Información	Centros de información en la empresa, tipo de información, asimilación de la información, acceso a la información, capacitación

2.4.2.1 Características de la gestión de transferencia de tecnología

Predominan en la muestra empresas de tamaño mediano y pequeño, cuya constitución está en las siguientes modalidades: compañía limitada, sociedad anónima, en comandita y sin ánimo de lucro. En cuanto a la estructura organizacional, en el sector se presenta una tendencia hacia la horizontalidad, con estructuras por departamentos o matriciales, lo cual influye directamente en la toma de decisiones, que se hace de forma descentralizada.

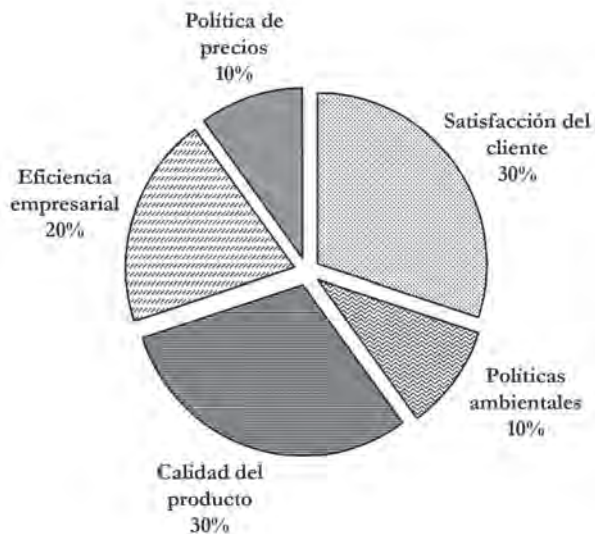
En la cultura organizacional no es un factor arraigado el uso y aplicación de la planeación estratégica como guía de acción para la toma de decisiones, ni para la evaluación de la gestión y el logro de objetivos de productividad y competitividad. En la mayoría de las empresas analizadas existe una política definida de transferencia de tecnología, como parte del valor agregado de las soluciones que se ofrecen, la cual es evaluada cada año en promedio. Los planes a corto y mediano plazos en este sentido están orientados a adquirir tecnología de punta que satisfaga a los clientes a un costo razonable. A largo plazo se busca estar a la delantera de forma competitiva y sostenible, mediante actualización tecnológica permanente.

Como puntos claves para la competitividad se consideran importantes la satisfacción a los clientes, los productos de calidad y la eficiencia en los procesos. Pocas empresas apuntan a la política de precios como factor determinante, y ninguna contempla la relación con los proveedores (Figura 2-3). El manejo de conceptos como tecnología, innovación y transferencia tecnológica favorece una mayor apropiación y asimilación de estos por parte de las empresas grandes, observándose que, independientemente del tamaño de la organización, el tratamiento estratégico de temas tecnológicos compete directamente a la gerencia general y las decisiones se apoyan con conceptos de las secciones o departamentos de ingeniería y finanzas.

En las empresas analizadas se efectúa investigación de impacto muy moderado y están dirigidas a fortalecer los procesos de adaptación y apropiación de las tecnologías que ofrecen a sus clientes, aunque en la mayoría de los casos no se cuenta con un departamento de investigación y desarrollo. Las investigaciones son de carácter aplicado y se centran en temas como sistemas georreferenciados, *software*, equipos, sistemas de control, desarrollo de bibliografía (manuales, procedimientos escritos, libros, artículos), motivadas principalmente por razones relativas a la posición en el mercado, atención de la demanda, calidad de productos, conservación del medio ambiente y satisfacción del cliente.

Con relación a la gestión de transferencia de tecnología propiamente dicha, dentro del sector existe una idea difusa de este concepto, evidenciando que la adquisición de nuevas tecnologías se orienta a la resolución inmediata de problemas sin considerar el beneficio que a mediano y largo plazos representa el conocimiento resultante que este proceso puede conllevar. La transferencia así entendida se orienta a la adquisición de tecnología de equipo e información, preferentemente en pequeñas empresas, mientras que en las de mayor tamaño, catalogadas como medianas, este proceso se orienta a tecnologías de proceso, equipo, información, administración y metodológica. Se reportó la realización de estudios de factibilidad técnico-económica de la transferencia, centrados en mercadeo, aplicabilidad de la tecnología y documentación técnica, así como la evaluación de ofertas nuevas procedentes de revistas especializadas, proveedores directos e Internet.

FIGURA 2-3. FACTORES DETERMINANTES PARA LA COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS ANALIZADAS



En la fase de negociación las empresas buscan garantizar el conocimiento obtenido como tecnología blanda o dura y la capacitación en el manejo de la tecnología adquirida, siguiendo en orden de importancia la asistencia técnica permanente por parte del proveedor, la actualización tecnológica, los manuales de operación. Por último, la atención a los clientes en el acompañamiento en aspectos como la ingeniería, el detalle, el montaje y la puesta en marcha de los equipos, es infortunadamente poco relevante. Como puede observarse en la Figura 2-4, entre las variables asociadas a la negociación, la mayor atención

al momento de formalizar los contratos se centra en los términos de garantía y la entrega de manuales, así como en la capacitación para el manejo de la tecnología adquirida. Lo anterior implica que la transferencia realizada por estas empresas no es la más favorable para una verdadera asimilación y generación de vectores de conocimiento que permita a los clientes poseer realmente la tecnología, inhibiendo la posibilidad de realizar procesos de investigación y desarrollo.

FIGURA 2-4. VARIABLES ASOCIADAS A LA NEGOCIACIÓN TECNOLÓGICA

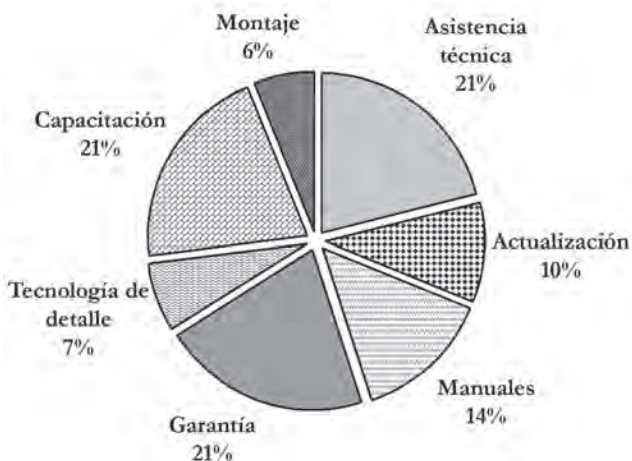
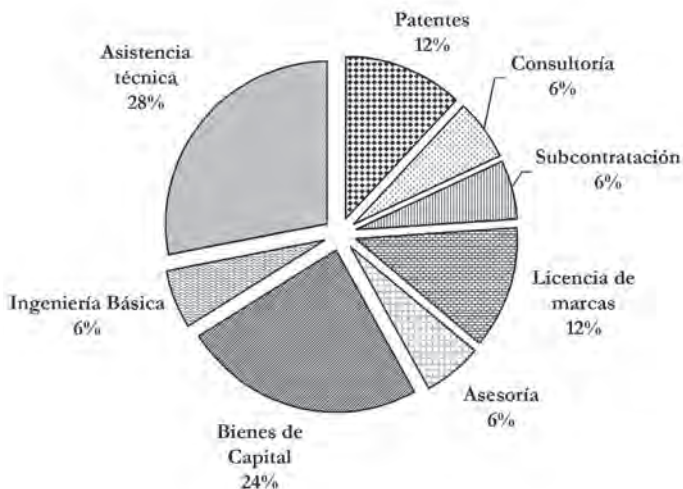


FIGURA 2-5 IMPACTO DE LAS VARIABLES SOBRE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



Las modalidades de negociación más aplicadas tanto en adquisición como en entrega de tecnología se muestran en la Figura 2-5. Se observa que al adquirir tecnología la modalidad más usada es la asistencia técnica, y la entrega se hace principalmente como bienes de capital o a través de consultorías.

En general, la etapa de búsqueda de la oferta de tecnología toma más de un mes, mientras que el proceso de negociación y contratación se prolonga hasta seis meses en las empresas pequeñas, mientras que en medianas este tiempo puede ser la mitad. Durante los seis meses siguientes se procede a la recepción de la tecnología. La gerencia general, en la mayoría de los casos analizados, es responsable de la toma de decisiones en cuanto a la transferencia, desde la búsqueda de las ofertas hasta la adquisición, recibiendo soporte del área técnica en el análisis de la oferta y en contratación. También se cuenta, aunque en pocos casos, con asesoría jurídica y legal en esta fase.

Con referencia al impacto de la transferencia, se observan dos posiciones diferentes: (1) unas empresas aseguran que la tecnología adquirida se adapta a sus condiciones, y (2) otras afirman que son ellas las que deben adecuarse a la nueva tecnología. En cualquier caso de asimilación, las organizaciones no llegan a dominar completamente el paquete adquirido, pero realizan actividades de validación y seguimiento, continuando en contacto con los proveedores de acuerdo con lo establecido en el contrato tecnológico, los cuales generalmente se comprometen a efectuar el mantenimiento, aunque en otros se realiza contratación externa, o se hace directamente en la empresa por razones de costos. Para la asimilación de la tecnología adquirida se realizan cursos de capacitación a los directivos y empleados del área técnica, especialmente a ingenieros, así como actualización sobre novedades de la tecnología adquirida, en los casos en que esté estipulada en el contrato. Se considera que la información y documentación de los procesos y tecnología de detalle obtenidos durante esta etapa son suficientes para introducir cambios que mejoren significativamente el desempeño de las empresas.

A partir de la obtención de la nueva tecnología se genera algún grado de conocimiento que es difundido hacia el área técnica y los clientes, principalmente. Las ideas innovadoras procedentes de la asimilación de este conocimiento se originan en un grupo especializado, aunque también pueden ser generadas por los demás empleados de la empresa. En esta etapa de la transferencia, muchas empresas logran emprender un papel activo que las independiza del proveedor de la tecnología, puesto que consiguen adaptar esta adquisición a su situación, además de obtener una alta relación beneficio/costo respecto de

la inversión efectuada en tecnología. La difusión de la información procedente de la adquisición de la tecnología y las innovaciones aplicadas a esta se realiza mediante programas de capacitación dirigidos en su gran mayoría a técnicos, empleados profesionales y grupos directivos en menor medida, haciendo énfasis en gestión ambiental. Con relación a la información inherente a los procesos de transferencia efectuados en las empresas ambientales, generalmente ella se encuentra disponible para los trabajadores y consiste básicamente en manuales de operación y mantenimiento. Sólo algunas compañías cuentan con planos e información interna de la tecnología adquirida, y muy pocas reciben información sobre su diseño e instalación. Lo anterior hace que la asimilación de tal información, así como la de la propia tecnología, sea parcial aunque suficiente para no tener que repetir el proceso de transferencia de una tecnología igual o similar en el futuro.

La evaluación de la transferencia de tecnología se realiza mediante un chequeo periódico de la tecnología adquirida, pero muy pocas empresas basan tal revisión en normas de calidad como ISO 9000. Tampoco se aprecia un detallado examen del contrato tecnológico y sus condiciones de asistencia técnica, garantías, etc. Esta evaluación se hace con base en lo previsto en los planes estratégicos de las organizaciones que, en general, apuntan a lograr tecnologías adecuadas para la empresa que satisfagan sus necesidades y las de sus clientes, con la característica de tener costo bajo y representar un beneficio económico.

Por último, debido a las fallas en la contratación tecnológica, las empresas encuentran debilidades dentro de la transferencia, tales como la poca o nula asistencia técnica después de la adquisición del paquete tecnológico o una parte de él. En la fase de adquisición también se presentan falencias causadas por el desconocimiento de la oferta y la asesoría inapropiada. En la asimilación, con frecuencia no se llega a un dominio total de la tecnología obtenida y es escasa la generación de conocimientos que reporten innovaciones.

2.4.2.2 Generación de estrategias para la transferencia de tecnología

Con base en el análisis efectuado a la muestra de empresas, se formularon cinco estrategias que buscan afrontar las principales debilidades identificadas en las diferentes etapas de los procesos de transferencia documentados en el estudio, las cuales a su vez condensan pertinentemente los aspectos teóricos explicados en el acápite 3 del presente capítulo. Estas estrategias fueron analizadas por un grupo de expertos en gestión tecnológica, quienes las enriquecieron.

Las cinco estrategias planteadas fueron definidas en los siguientes términos:

a. *Consolidar una base conceptual adecuada en transferencia de tecnología en las empresas.* Esta estrategia consiste en identificar el nivel de conocimientos en gestión y transferencia de tecnología que posee el personal de la empresa, y a partir de allí concretar un plan de capacitación en aspectos tales como los conceptos básicos (tecnología, innovación, etc.) dirigido a todo su recurso humano; y en lo referente a temas jurídicos, de contratación y sobre las etapas de la transferencia, dirigido a los grupos de desarrollo y de alta gerencia. El elemento capacitador interno debe ser de quien o quienes cumplan la función de la gerencia de tecnología, complementándose con agentes externos, como las universidades, asociaciones tecnológicas y consultores.

b. *Realizar estudios de factibilidad técnica, económica y financiera con pertinencia y calidad.* Los estudios de factibilidad técnico-económica y financiera proporcionan la información suficiente acerca de las opciones más viables para la empresa con el fin de dar solución o satisfacer sus necesidades prioritarias, incluyendo la identificación de tales necesidades. Así, es posible establecer los objetivos o razones reales de adquirir nuevas tecnologías y los mecanismos de negociación y contratación tecnológica más adecuados de acuerdo con las posibilidades de la organización. Inicialmente se debe partir de un diagnóstico o balance tecnológico en cada área de la compañía. Esta información ha de ser comunicada a las demás áreas con el propósito de hacerla evidente. El nivel directivo, conjuntamente con los departamentos técnicos, establecerán si es una necesidad real y la rapidez con que debe ser atendida. Así mismo, se determinará si la empresa cuenta con capacidades tecnológicas propias para satisfacer dicha necesidad, o de lo contrario, iniciar un proceso de transferencia de tecnología. A este punto también se puede llegar partiendo de las innovaciones proyectadas en el plan estratégico y del surgimiento de problemas durante su ejecución para el cumplimiento de los objetivos del mismo. Es conveniente y pertinente involucrar un análisis de la capacidad económica de la empresa frente a la necesidad tecnológica, posterior al estudio de la oferta nacional y extranjera, para decidir la adquisición de la nueva tecnología técnicamente óptima y a un precio razonable.

c. *Realizar negociaciones con pertinencia.* Con frecuencia, en empresas y sistemas productivos con economías emergentes la negociación es desventajosa para el que está comprando y adquiriendo la tecnología. Aspectos como el mantenimiento, la garantía y la capacitación son cortoplacistas y no garantizan generación de conocimiento a profundidad. Si bien deben estar presentes en los contratos, no pueden convertirse en el único motor de la negociación. Por

lo anterior, es fundamental centrar la atención en negociar factores estratégicos para el desarrollo posterior de la tecnología, a partir de la transferencia. Las organizaciones productivas precisan de generar una capacidad propia de negociación, la cual esté sustentada en una sólida base tecnológica y jurídica.

d. Fortalecer la etapa de asimilación. Luego de su adquisición, la tecnología requiere ser asimilada por completo, lo cual favorecerá el aprovechamiento y transformación del conocimiento generado en el proceso de transferencia y el surgimiento de innovaciones que pueden ser implementadas en la empresa, patentadas o comercializadas. De no ser así, hay que realizar revisiones a los contratos anteriores y actuales por parte del departamento jurídico o asesores externos, puesto que pueden existir cláusulas que limiten la asimilación. Igualmente, darse una verificación minuciosa de manuales y especificaciones de la nueva tecnología.

e. Buscar que el resultado de la transferencia sea un proceso de innovación. El surgimiento de inconvenientes o necesidades en la etapa de asimilación o aplicación de la tecnología adquirida, tales como una respuesta negativa del mercado ante ella por insatisfacción de los clientes, debe ser analizado por un grupo específico en reuniones periódicas para determinar la pertinencia de la solución en la empresa o si requiere apropiación de tecnología externa. Cuando la innovación lograda mejora procesos en la empresa, se procederá con la implementación y puede incluso comercializarse a otras empresas del sector. Si el desarrollo se orienta a la creación o mejoramiento de productos, el paso siguiente es el ensayo a escala piloto y luego a nivel industrial, para terminar con su introducción en el mercado.

2.4.3 *Análisis de la innovación tecnológica en pymes*

La evaluación sobre la innovación tecnológica se realizó a partir de la consulta a una muestra de empresas representativas del sector biotecnológico. Dicha consulta se basó en el diligenciamiento de una encuesta por parte de los directivos, que permitió abordar los aspectos centrales de la innovación tecnológica a nivel organizacional. Con base en los resultados de la aplicación de este instrumento se estructuró un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), el cual fue convalidado por un grupo de expertos en gestión e innovación tecnológica, aportando en la identificación de impactos en innovación tecnológica y el establecimiento de variables claves para la innovación en el sector, mediante un análisis estructural (Castellanos *et al.*, 2002a).

2.4.3.1 Análisis de la innovación tecnológica en las empresas estudiadas

A través del análisis de los siguientes nueve aspectos básicos, se estableció el diagnóstico preliminar de la innovación tecnológica en las empresas estudiadas:

a. Conceptualización de la innovación tecnológica. En general las empresas biotecnológicas reconocen la importancia de la generación de nuevas ideas a partir de la identificación de oportunidades, su desarrollo y posterior comercialización, como fundamento del proceso innovativo. Sin embargo, se presentan falencias en la conceptualización del proceso de innovación tecnológica, lo cual es apreciable al considerarse la transferencia de tecnología como el aspecto fundamental para el desarrollo. Además, algunos de los directivos empresariales coincidieron en plantear que la innovación no necesariamente tiene que llegar al mercado.

b. Objetivos de la innovación tecnológica. Los principales objetivos de la innovación identificados en este caso fueron: mejorar la calidad de la empresa, elevar la productividad, optimizar los procesos, aumentar la competitividad, mantener o acrecentar la participación en el mercado logrando liderazgo en él, reducir el impacto negativo en el entorno y mejorar las condiciones de trabajo.

c. Fuentes de actividades innovadoras. De acuerdo con las empresas consultadas, las actividades que pueden ser fuente de innovaciones en el sector analizado son, primordialmente, la consulta de fuentes de información como revistas, Internet, bases de datos o patentes; la capacitación y el fomento de la creatividad en el personal administrativo; la aplicación de círculos de calidad, y la interacción con la universidad y los centros de investigación. En menor medida, se considera que actividades como la visita a ferias y seminarios, el *outsourcing* para innovación, el fomento de la creatividad en los empleados de la parte operativa y la capacitación en el exterior, pueden contribuir a generar innovaciones en la organización.

d. Actividades innovadoras. Las actividades de verificación para el proceso de innovación fueron definidas como: (1) la generación de invenciones propias en la unidad de investigación y desarrollo, y (2) la ejecución de procesos de transferencia de tecnología.

e. Gestión del factor humano. El desarrollo de la creatividad es un factor fundamental para las empresas del sector, siendo esta habilidad aparentemente más fomentada en los empleados de nivel administrativo y profesional. Se observó

la falta de trabajo en equipo en la mayoría de los casos analizados, debido al trabajo independiente realizado por los niveles operativo y administrativo. Por tanto, la innovación proviene sólo de grupos aislados de la organización. De otra parte, la formación de recurso humano es vista como débil, por lo cual se sugieren cambios en los programas curriculares de los centros educativos, así como una vinculación más activa de las universidades con el sector productivo mediante prácticas industriales. Adicionalmente, consideran que es fundamental elevar el nivel de los egresados de las instituciones de educación superior incentivando sus capacidades creativas y habilidades de trabajo en equipo. La capacitación en estas empresas se dirige a menudo sólo a los niveles más altos de la organización, siendo una práctica de moderada frecuencia puesto que se supedita a la realización de nuevos proyectos. Para ello las actividades más utilizadas son la asistencia a seminarios, conferencias y exposiciones de tecnología. La capacitación en el exterior se realiza en pocas ocasiones, principalmente debido a la falta de políticas del Estado en este sentido.

f. Papel del Estado en el desarrollo de la innovación. Se considera que este papel es insuficiente en el sector, por cuanto sólo las empresas estatales o mixtas reciben apoyo estatal directo. Colciencias brinda financiamiento a proyectos de innovación, pero se piensa que es escaso para las empresas privadas. A pesar de la existencia de políticas estatales en el campo, como la Política Nacional de Innovación, se evidencia la necesidad de concretarlas ya que son muy generales y tienden a parcializarse⁴⁸. Además, los trámites de licencias y patentes son complicados, no se incentiva al sector privado para el desarrollo de nuevas tecnologías y se obstaculiza la adquisición de tecnologías exógenas.

g. Innovación como estrategia empresarial. La innovación tecnológica es un factor nominalmente clave dentro de la planeación estratégica de las empresas estudiadas. Además, se ha reconocido como una herramienta para la competitividad. Sin embargo, el nivel gerencial en las organizaciones no cumple adecuadamente su papel con relación al compromiso que debe asumir en el desarrollo de proyectos innovadores y la motivación del recurso humano responsable de su ejecución.

h. Obstáculos al desarrollo de la innovación. Adicional a las mencionadas limitantes a la innovación por parte del Estado, es poca la motivación para invertir

48 Es el caso del apoyo a entidades como Cenicafé, por ser el café un producto de gran importancia para la economía del país.

de manera sustancial en el sector por la existencia de monopolios y líderes a nivel mundial. Otro obstáculo que se reconoce radica en la falta de personal capacitado en temas de gestión de la innovación y gestión tecnológica.

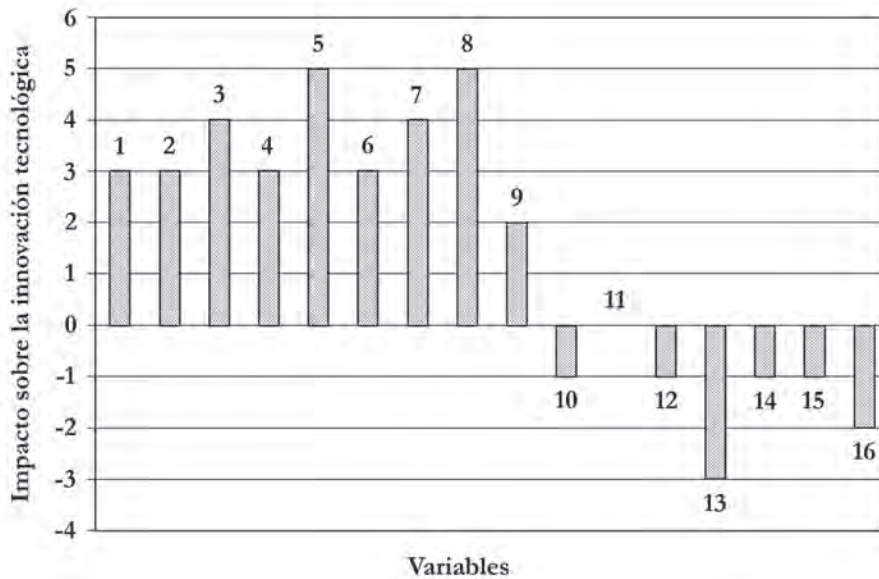
i. Perspectivas para el mejoramiento de la innovación. Se planteó por parte de las empresas la necesidad de integración con otras áreas y disciplinas, con el fin de adquirir y manejar adecuadamente conocimientos sobre planeación estratégica, gestión tecnológica y de la innovación. Se reitera por parte de la dirección de las empresas estudiadas que el Estado debería reconocer de forma explícita la importancia del sector en el desarrollo del país, brindando herramientas para su avance y eliminando los obstáculos que dependen de su gestión. También se propuso fortalecer el nexo entre investigación básica y aplicada, favoreciendo el escalado de los desarrollos a nivel industrial. Una cultura de la innovación debe ser generada dentro de cada organización, la cual se verá fortalecida con la interacción permanente con universidades y centros de investigación.

Posteriormente, se realizó un análisis FODA con las empresas de la muestra, resultando las variables definidas en la Tabla 2-6, las cuales fueron examinadas por un grupo de expertos del sector biotecnológico, quienes cuantificaron el impacto de cada una de ellas sobre la innovación tecnológica, como se muestra en la Figura 2-5. En esta se aprecia que las variables con mayor impacto positivo sobre la innovación tecnológica corresponden a dos oportunidades: la existencia de entidades de apoyo y financiación para la innovación y la demanda de productos estratégicos en el mercado local (5 y 8). Luego están las variables 3 y 7 –tendencia hacia la calidad y la biotecnología como factor de innovación–. De acuerdo con la opinión de los expertos, este grupo de variables constituye un importante estímulo a la innovación tecnológica en las empresas del sector. Igualmente, los expertos consideran que la variable 13 –papel del Estado– es la que más afecta de forma negativa la innovación, específicamente por las restricciones que impone, en especial al sector privado. Este aspecto, junto con la variable 16 –enlace entre la investigación básica y aplicada– (que al no darse de forma adecuada ocasiona problemas de escalado de productos biotecnológicos a nivel industrial) son los principales causantes de las deficiencias del sector en cuanto a innovación tecnológica. Con relación a la variable 11 –rol de la gerencia–, los resultados plantean que no ejerce ninguna influencia sobre la innovación, lo cual se debe principalmente al desinterés de los directivos por asumir procesos innovativos.

TABLA 2-6. ANÁLISIS FODA DE LAS PYMES ANALIZADAS DEL SECTOR BIOTECNOLÓGICO

Fortalezas	Oportunidades
1. Innovación a partir de la transferencia de tecnología	5. Entidades de apoyo
2. Creatividad de los profesionales	6. Biodiversidad del país
3. Tendencia hacia la calidad y el mejoramiento continuo	7. Biotecnología como factor de innovación
4. Manejo de la información	8. Demanda de productos biotecnológicos
Debilidades	Amenazas
9. Conceptualización de la innovación tecnológica	13. Papel del Estado en fomento a la innovación
10. Gestión de la innovación tecnológica	14. Preparación y capacidad del factor humano
11. Rol de la gerencia (compromiso y fomento a la innovación)	15. Presencia de monopolios estatales
12. Gestión del factor humano	16. Enlace entre investigación básica y aplicada

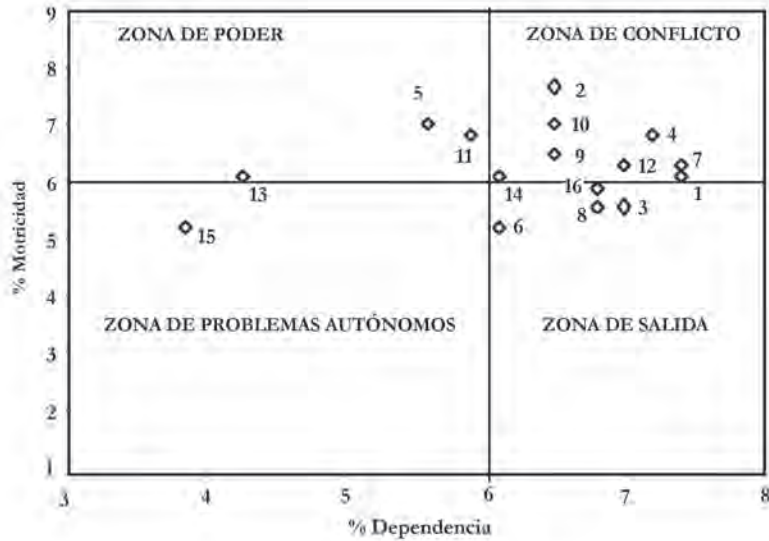
FIGURA 2-5. IMPACTO DE LAS VARIABLES SOBRE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



Continuando con el análisis estructural, los expertos consultados establecieron la influencia de unas variables sobre otras a través de matrices de impacto

cruzado, en donde se determina la dependencia y motricidad⁴⁹ de cada variable. Con base en ello, se graficaron los resultados en un diagrama de motricidad y dependencia⁵⁰, como se muestra en la Figura 2-6.

FIGURA 2-6. DIAGRAMA DE MOTRICIDAD Y DEPENDENCIA DE LOS FACTORES CRÍTICOS PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



La variable con mayor motricidad y por tanto la que más afecta al sistema, es la número 2, que corresponde a la creatividad de los profesionales, evidenciando su relación directa con la innovación. Por otra parte, la menos dependiente del conjunto es la número 15 (presencia de monopolios estatales), seguida por las variables 6 y 13 –biodiversidad del país y papel del Estado–, lo cual indica que el cambio de estos factores no se considera competencia directa de las empresas. No obstante, su grado de influencia sobre las demás variables es

49 *Dependencia*: influencia sobre cada una de las variables ejercida por el conjunto. *Motricidad*: influencia de cada variable sobre el conjunto.

50 Esta figura se divide en cuatro zonas: *Zona de poder*: de mayor importancia por agrupar las variables que más influyen sobre las demás y a la vez dependen poco de ellas (son fuertes y poco vulnerables). *Zona de conflicto*: allí están las variables con alta dependencia y motricidad; son influidas pero también influyen sobre las demás. *Zona de problemas autónomos*: con las variables de motricidad y dependencia más baja, por lo cual no influyen ni son influidas significativamente por el sistema. *Zona de salida*: contiene las variables de motricidad baja (afectan muy poco al conjunto) y alta dependencia (Iñiguez, 1990).

considerable. De igual forma se destacan las variables 1 y 7 –innovación a partir de la transferencia de tecnología y biotecnología como factor de innovación– por ser las más dependientes del sistema, puesto que las acciones que la organización realice sobre estos factores pueden conducir a la generación de innovaciones.

Con base en el análisis estructural se realizó un estudio semicuantitativo en el cual se seleccionaron las *variables claves del proceso de innovación tecnológica* y de allí se estableció el conjunto de variables de mayor relevancia (Tabla 2-7). Del análisis sobre impacto en la innovación tecnológica (Figura 2-5) se tomaron las variables 3, 5, 7 y 8 (tendencia hacia la calidad, entidades de apoyo, biotecnología como factor de innovación y demanda de productos biotecnológicos) por su alto impacto positivo, y las variables 13 y 16 (papel del Estado y enlace entre investigación básica y aplicada) al ser las que más inciden negativamente en la innovación.

TABLA 2-7. VARIABLES CLAVES EN EL PROCESO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS EMPRESAS ESTUDIADAS

Método	Impacto-Zona	Variables clave
<i>Impacto sobre la innovación tecnológica</i>	Positivo	3. Tendencia hacia la calidad y el mejoramiento continuo 5. <i>Entidades de apoyo</i> ⁵¹ 7. <i>Biotecnología como factor de innovación</i> 8. Demanda de productos biotecnológicos en el país
	Negativo	13. <i>Papel del Estado en fomento a la innovación</i> 16. Enlace ente investigación básica y aplicada
<i>Análisis de Motricidad y Dependencia</i>	Zona de poder	5. <i>Entidades de apoyo</i> 11. Rol de la gerencia 13. <i>Papel del Estado en fomento a la innovación</i>
	Zona de conflicto	1. Innovación a partir de la transferencia de tecnología 2. Creatividad de los profesionales 4. Manejo de información 7. <i>Biotecnología como factor de innovación</i> 10. Gestión de la innovación tecnológica
Variables prioritarias	Σ	5. Entidades de apoyo 7. Biotecnología como factor de innovación 13. Papel del Estado en fomento a la innovación

51 En cursiva, las variables de mayor relevancia.

Del diagrama de motricidad y dependencia (Figura 2-6) se seleccionaron las variables más importantes de las zonas de poder y conflicto, debido a que en tales zonas están las variables que influyen en mayor medida sobre el sistema. Así, de la zona de poder se consideraron tres (5, 11 y 13 –entidades de apoyo, rol de la gerencia, papel del Estado–), por su alta motricidad. De la zona de conflicto se tomaron las variables 2, 10 y 4 (creatividad de los profesionales, gestión de la innovación tecnológica, manejo de información) por su motricidad elevada, y las variables 1 y 7 (transferencia de tecnología, biotecnología como factor de innovación) puesto que, además de su alta motricidad, dependen en forma importante del sistema.

Las variables prioritarias surgen de contrastar las variables obtenidas del análisis por impacto sobre la innovación tecnológica y por motricidad y dependencia.

2.4.3.2 Definición de estrategias para el fortalecimiento de la innovación tecnológica

El análisis efectuado al proceso de innovación tecnológica en las empresas estudiadas sirvió como base para la formulación de estrategias tendientes al mejoramiento de tal proceso a su interior, las cuales pueden ser extrapoladas a las demás empresas que conforman el sector biotecnológico, así como a otros sectores en donde la innovación tecnológica es un factor crítico de éxito por ser generadora directa de valor y ventaja competitiva.

a. A corto plazo

- La estrategia prioritaria consiste en la concientización sobre las problemáticas internas que enfrentan las empresas, relacionadas con fallas en conceptualización y gestión de la innovación tecnológica y el factor humano, así como el compromiso de la alta dirección con los procesos de innovación, a partir de lo cual debe generarse una cultura proactiva en todos los niveles. Esto es fundamental por cuanto la tendencia implica considerar factores externos a la empresa como los que más pueden afectar a los procesos de innovación, tal como se evidenció en la Tabla 2-7 al definir las variables prioritarias, desconociendo que la propia organización puede y debe aprovechar sus fortalezas para superar sus debilidades, es decir, ser parte activa en el mejoramiento de los procesos de innovación a su interior y en el sector, y no limitarse a adoptar una actitud contemplativa en donde

se espera que el Estado y otros actores externos sean los únicos proveedores de soluciones y alternativas viables.

- Con relación a la alta gerencia, que como se vio en el análisis estructural, no ejerce ningún tipo de influencia sobre la innovación tecnológica según los expertos, pero constituye una variable muy motriz que puede afectar significativamente al sistema (diagrama de motricidad y dependencia), su papel ha de fortalecerse y enfocarse en la gestión de la innovación tecnológica, el factor humano y los procesos de transferencia de tecnología, como variables claves para el desarrollo adecuado del proceso de innovación en las organizaciones (ver análisis FODA). Los directivos deben actuar como motivadores de los responsables de los procesos de innovación, al tiempo que facilitar el desarrollo de tales procesos con recursos, capacitación y fomento al trabajo en equipo y a la integración.
- La formulación de políticas estatales concretas que atiendan los diferentes requerimientos del sector, constituye una estrategia que es necesario implementarse rápidamente, y el Estado tomar conciencia de la importancia de la biotecnología para el desarrollo nacional. Siendo el papel del Estado una de las principales amenazas para el sector (análisis FODA y estructural), sus políticas requieren contemplar la financiación con créditos blandos, los mecanismos para garantizar procesos de capacitación en el país y el exterior, la reducción y agilización de trámites, entre otros aspectos.
- Dentro de la conceptualización de la innovación, como falencia sustancial detectada en las organizaciones analizadas, es prioritario implementar programas de capacitación, en especial para el nivel gerencial y el personal responsable de la ejecución de proyectos de innovación, con relación a la gestión de la innovación tecnológica, contando con la participación de entidades de apoyo. Se precisa enfatizar en la gerencia de proyectos, estudios de factibilidad, análisis de riesgos y procesos de gestión de transferencia de tecnología. Estos programas deben contribuir a la generación de una cultura de innovación en las empresas que conlleve la adecuada apropiación y asimilación de tecnologías, la búsqueda constante y el acertado manejo de información, la interacción activa con centros de investigación y universidades para afrontar la escasa vinculación entre investigación básica y aplicada (amenaza para el sector), y la consolidación de la innovación como una estrategia de liderazgo, mediante acciones ofensivas en el mercado que permitan superar obstáculos como los monopolios o el desconocimiento de la comunidad sobre los beneficios del desarrollo tecnológico en sectores estratégicos como

la biotecnología, propendiendo por el cuidado del entorno ambiental y social. Dentro de la gestión del recurso humano (debilidad en el análisis FODA) la realización de programas más amplios de capacitación y formación ha de fomentar el trabajo en equipo y multidisciplinario mediante la creación de grupos estratégicos para solución de conflictos, generación de ideas y concientización acerca de los beneficios de la integración interempresarial e intersectorial.

b. A mediano y largo plazos

- La revisión de los programas curriculares de las universidades con el fin de lograr mejores niveles de formación de los profesionales, así como un mayor desarrollo de sus habilidades creativas, constituye una estrategia en innovación que puede ser implementada a mediano plazo. Esta revisión debe incluir además la búsqueda de mayor dinamismo de los mecanismos de integración con el sector productivo, como las pasantías y prácticas industriales. Esta estrategia atiende aspectos como la formación en gestión de tecnología e innovación, y su incidencia sobre la interrelación de la investigación básica y aplicada y el consecuente escalado industrial exitoso de nuevos productos biotecnológicos a nivel de laboratorio.
- Las empresas están obligadas a fomentar de forma permanente la creatividad del factor humano, lo cual incide directamente en su capacidad de innovación (por ser la variable de mayor motricidad), que a su vez es un factor fundamental para su avance. Así mismo, la demanda creciente de productos de altas tecnologías constituye un reto, y por tanto, su satisfacción implica hacer parte de los lineamientos de la organización, y los recursos como la biodiversidad, en el caso de la biotecnología, ser adecuadamente aprovechados. Las empresas están abocadas a ser conscientes de la importancia de vincular entidades de apoyo en estos procesos, por su capacidad y experiencia en campos específicos, que de otra manera son difíciles de obtener. Estos aspectos no pueden ser abordados sólo a corto plazo, sino implementarse de forma permanente y hacer parte de la dinámica propia de cada empresa, logrando así disminuir la brecha existente respecto de la mejor práctica en innovación tecnológica, y a mediano y largo plazos, superarla.
- Finalmente, urge definir mecanismos y acciones para la generación de estructuras gremiales y sectoriales, cuya incidencia dinámica y permanente en la definición de políticas y estrategias de Estado que afecten a las

empresas biotecnológicas, contribuya de forma importante a que variables tan motrices y exógenas como el papel del Estado, los monopolios estatales y las entidades de apoyo (Figura 2-6) no sean tan independientes y se relacionen más fácilmente con otras variables internas.

CAPÍTULO 3.

SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

La competitividad depende de la creación del valor en las empresas, basada en la generación de conocimiento, el cual, a su vez, debe estar en función de los diversos cambios que se generan en el entorno, especialmente los tecnológicos, ya que se relacionan directamente con las capacidades de innovación. Por ello, es necesario que los aparatos productivos cuenten con novedosos sistemas de gestión de la información para identificar sus capacidades y las dinámicas que se generan en el contexto en el cual están insertas, a través de la transformación de datos en conocimiento con valor estratégico.

Con el objetivo de estructurar un sistema de inteligencia que permita incorporar adecuadamente la variable tecnológica en el sistema productivo y empresarial, a continuación se conceptualiza la inteligencia tecnológica teniendo en cuenta sus términos básicos. Se plantea un sistema constituido por tres componentes: (1) integración de herramientas de gestión tecnológica; (2) generación de conocimiento; y (3) formulación e implementación de estrategias, en virtud de las cuales posee atributos como flexibilidad, versatilidad y dinamismo. Posteriormente, se establecen las consideraciones para su aplicación en los sectores productivos, con el objeto de fortalecer variables tecnológicas estratégicas a través de la generación de conocimiento para la toma de decisiones adecuadas y oportunas. En la literatura especializada uno de los métodos integrales de gestión que se ha desarrollado recientemente es el *roadmapping* tecnológico, el cual ha surgido como una alternativa metodológica para la resolución de problemas complejos; por esta razón, antes de finalizar el capítulo se ilustran las bases de esta metodología enfatizando su posible relación con los sistemas de inteligencia tecnológica. Por último, se realiza un análisis empresarial en función de su relación con la tecnología y

el conocimiento, lo cual permite plantear estrategias para la consolidación de organizaciones inteligentes.

3.1 Bases conceptuales de la inteligencia

Para una adecuada interpretación de la inteligencia tecnológica se requiere una revisión de sus términos constitutivos (inteligencia y tecnología) teniendo en cuenta los puntos de vista de diversos autores que han abordado estos temas. Por cuanto en el primer capítulo se analiza de forma detallada el concepto de tecnología, en el presente se centrará la atención en el término inteligencia.

3.1.1 *¿Cómo interpretar la inteligencia?*

Cada vez con mayor frecuencia, en gestión tecnológica se utiliza el término inteligencia; sin embargo, no existe claridad sobre su interpretación. Por lo anterior es conveniente realizar un acercamiento conceptual de este término, que ha evolucionado rápidamente adquiriendo nuevos significados, implicaciones y matices, al ser definida por distintas disciplinas académicas como la filosofía, la educación, la biología y la psicología, entre otras. Algunos expertos la definen de una manera estricta en función y a partir de los elementos biológicos, cognitivos y conductuales, mientras otros incluyen la interacción del individuo con la sociedad y su desarrollo en ella.

3.1.1.1 Distinción hombre-animal

Las primeras inquietudes sobre la inteligencia surgieron con la necesidad de explicar la evolución del hombre y su distinción respecto de otras especies. Darwin creyó necesario expresar su postura acerca de la inteligencia de los animales como parte de sus argumentos sobre la evolución del hombre a partir de otras especies (Schank, 1995). Empero, existen pocas pruebas que apoyen la idea de que formas más avanzadas de inteligencia se encuentren sólo en animales superiores, debido a que no hay evidencia sobre una progresión lineal de la inteligencia a medida que se avanza en la escala filogenética, pero no hay duda en que los animales tienen especializaciones distintas (Machintosh, 1997). Hace casi un siglo los psicólogos emprendieron los primeros intentos de definir la inteligencia de manera tecnológica y crear pruebas que pudieran medirla. En muchos aspectos, tales esfuerzos representaron un avance y un

éxito singular para la psicología científica. En este caso se tendía a considerar que la mejor manera de juzgar la inteligencia era como una capacidad general, única, para formar conceptos y resolver problemas. Buscaban demostrar que un conjunto de resultados de pruebas reflejaba un solo factor subyacente de inteligencia. No obstante, ha habido un considerable abuso de las pruebas de coeficiente intelectual (IQ por sus siglas en inglés), así como poco avance teórico en el campo de la psicometría (Gardner, 1999).

Desde el punto de vista biológico, autores como Eysenck (1988) plantean que la inteligencia se deriva de la transmisión, libre de errores, de la información a través de la corteza cerebral y, por ende, las capacidades intelectuales de los individuos están estrechamente ligadas con las capacidades fisiológicas del sistema nervioso, por ejemplo con las funciones de las áreas generales del cerebro. Schank (1995) reconoce que el aparato cognitivo está constituido por un componente mental (la mente) además del componente físico (el cerebro). En la mente se encuentran las representaciones internas que realiza el individuo para lograr procesar la información (Hunt, 1988). Por tanto, las funciones elementales del procesamiento de la información conectan el cerebro con la mente. White (1995) reconoce que la inteligencia no es una habilidad innata consecuencia de factores biológicos, y por lo tanto puede ser cultivada mediante el desarrollo de ciertas capacidades.

3.1.1.2 La inteligencia como una colección de destrezas, habilidades o capacidades

Das (1988) y Detterman (1988) consideran la inteligencia como la suma de los procesos cognitivos, cuya manifestación conductual puede medirse mediante el análisis de las correlaciones obtenidas entre un gran número de diferentes tests mentales (Jensen, 1988). También ha sido definida como un conjunto de cualidades, en términos de capacidad de aprendizaje, memoria, aptitud para resolver problemas, razonamiento, juicio, adaptación al medio, comprensión, desarrollo de estrategias, y otros conceptos que se encuentran implicados en el logro de metas racionalmente elegidas (Baron, 1988). Sin embargo, más allá de ser un conjunto de capacidades que interactúan entre sí, la naturaleza de la inteligencia debe referirse a los procesos mediante los cuales se reúne y utiliza información para resolver problemas y adquirir conocimientos. Snow (1988) señala que la sola presencia de capacidades o destrezas puede que no garantice la existencia de inteligencia, ya que la interacción de ciertos aspectos como el pensamiento basado en el conocimiento, la aprehensión de la experiencia, el esfuerzo adaptativo, el razonamiento analítico, la capacidad de descubrir o

crear problemas interesantes de resolver, y el aprendizaje idiosincrásico, son elementos indispensables.

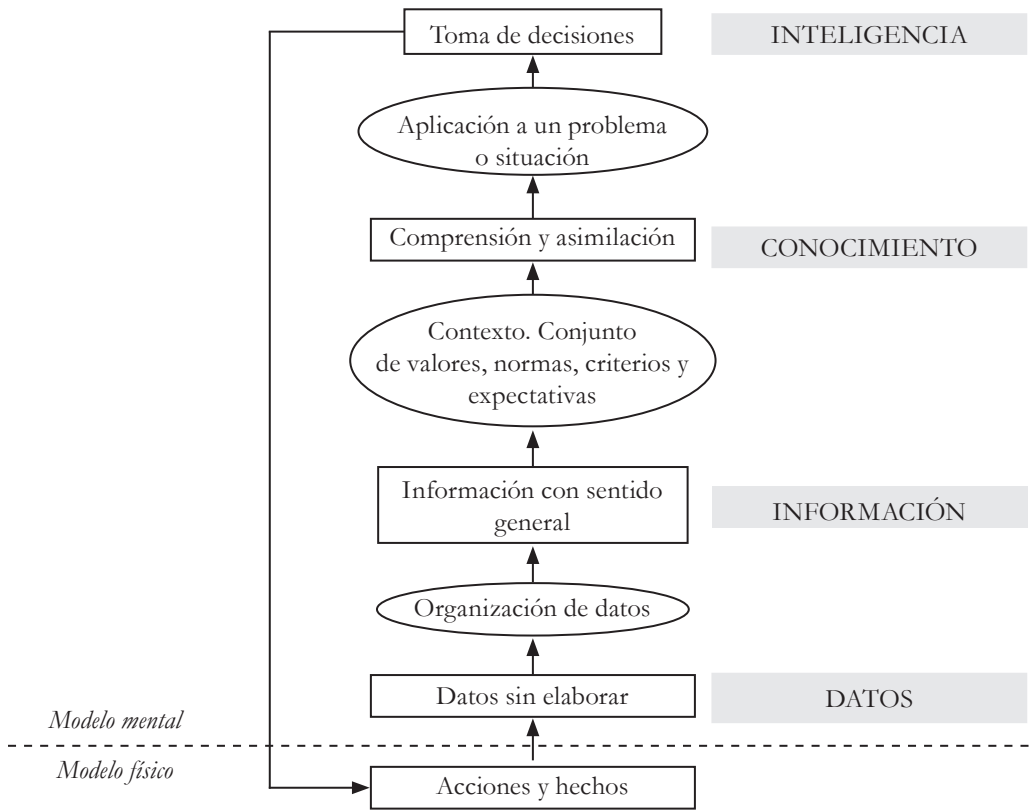
Pellegrino (1988) plantea que la inteligencia está determinada por la interacción de la maquinaria cognitiva del individuo con el medio sociocultural, en donde todas las personas, en idénticas circunstancias, presentan una diferente capacidad de afrontar y resolver problemas, para lo que es necesario lograr la adaptación a diversas circunstancias del entorno a través del constante aprendizaje. Ese aprendizaje, de acuerdo con Schank y Birnbaum (1995), consiste en una acumulación de experiencia. Esto sugiere la posibilidad de mejorar la inteligencia a través del aprendizaje continuo, lo cual implica ser mejor con el tiempo y, por tanto, involucra un cambio en los conocimientos que se posee, de ahí que se pueda afirmar que la inteligencia sea una función del conocimiento.

Con base en lo anterior se puede establecer que la inteligencia se encuentra estrechamente relacionada con ciertos conceptos fundamentales: el aprendizaje, la experiencia, el conocimiento y el procesamiento de información. Sin embargo, no debe confundirse la información con el conocimiento, aunque es importante tener en cuenta que un adecuado manejo de la primera conduce a lo segundo (Castellanos y Martínez, 2003). La percepción antes mencionada de la inteligencia general, a través de los años ha sido cuestionada, dando origen a la discusión sobre la existencia de varios factores o componentes de la inteligencia. Enfoques recientes proponen la existencia de múltiples inteligencias, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: lingüística, musical, logicomatemáticas, espacial, cinestésico-corporal y personal. Estas no se manifiestan de manera aislada; por el contrario, coexisten, se relacionan e interactúan en un sistema (Gardner, 1999).

Se propone, entonces, interpretar *la inteligencia* como un proceso en el cual se obtiene información aplicable a un problema o a una situación que posteriormente debe ser comprendida y asimilada para su transformación en conocimiento útil y pertinente, teniendo en cuenta factores socioambientales para generar toma de decisiones y acciones concretas.

Para Yuste (2006) los organismos vivos transforman la información que reciben en un código de símbolos que no son más que esquemas interiorizados de acciones, imágenes, conceptos, sonidos, palabras; así, la conducta inteligente es un tipo de tratamiento de la información basado en símbolos y en estrategias de transformación mental que se integran en planes dirigidos a un objetivo.

FIGURA 3-1. DE LOS DATOS A LA INTELIGENCIA



Fuente: Cetisme (2002)

Por ser un proceso, la inteligencia requiere de ciertas etapas, a través de las cuales se transforman los datos obtenidos de la interacción con el mundo físico, tal como se ilustra en la Figura 3-1. Comienza cuando los datos generados en el mundo real adquieren una determinada estructura y definición, convirtiéndose en información con significado común. De estas informaciones, sólo las que adquieren un significado particular en función de criterios y expectativas del receptor, le permiten tomar decisiones.

Por otra parte, no todos los datos e información que se puedan obtener de un tema van a ser útiles, es por esto que el paso de datos a la inteligencia estará dominado por dos factores: calidad y cantidad de la información, ambos relacionados en la pirámide informacional (Figura 3-2).

FIGURA 3-2. PIRÁMIDE INFORMACIONAL



Fuente: Ponjuán (2002)

3.1.2 Surgimiento de la inteligencia en las organizaciones

El ámbito global informativo de las empresas está integrado por el entorno social, político y económico, el país donde están ubicadas, las relaciones internacionales y el desarrollo tecnológico (Figura 3-3). En un contexto más específico están los clientes, los proveedores, la competencia, las entidades regulatorias, los distribuidores y los entes que ofrecen financiamiento. La empresa necesita información sobre todos estos elementos para poder relacionarse con ellos y tener la capacidad de desarrollar sus actividades propias.

Ya a comienzos de los años ochenta, Porter señalaba la importancia de un análisis profundo de la competencia en el diseño de la estrategia de la empresa, recomendando el empleo de sistemas formalizados de inteligencia que suministren oportunamente información relevante del entorno, para tomar decisiones con un nivel de certidumbre que le permita a la organización mantener su ventaja competitiva (Mier, 2003). De acuerdo con Maturana y Varela (1990), la inteligencia, más que un elemento localizado, es una expresión compleja, posible por la operación de un conjunto de elementos que se imbrica por intercambios constantes, siendo el comportamiento inteligente de la organización aquel que conforme a condiciones concretas integra los diversos elementos que la constituyen, conduciéndola a un desempeño eficaz y efectivo. Según Gutiérrez-Cuevas (2005), por analogía de la existencia de subsistemas en un organismo vivo, la comprensión de la inteligencia en la organización se puede plantear por la interacción compleja de tres subsistemas: la inteligencia

FIGURA 3-3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESEMPEÑO DE LA EMPRESA



Fuente: Adaptado de Orozco (2000)

organizacional, la inteligencia productiva y la inteligencia competitiva. Según este enfoque, particularmente la segunda de las anteriores tiene como retos: mejorar el proceso productivos, elevar estándares de calidad, crear y gerenciar bancos de información, promover y estructurar los procesos de innovación y desarrollo, y enlazar el capital intelectual estructural con las estrategias corporativas.

La implementación de sistemas de inteligencia a nivel organizacional es relativamente reciente. En 1986 surge en Estados Unidos la *Society of Competitive Intelligence Professionals* (SCIP), dedicada a reconocer y difundir este tipo de conocimiento a escala mundial, y es entonces cuando la inteligencia competitiva cobra una mayor difusión, expandiéndose con fuerza a partir de los años noventa (Rodríguez, 2003). Durante esa década existieron numerosos casos exitosos de sistemas estructurados de inteligencia en países como Japón, Canadá y algunos otros de Europa. Así mismo, las empresas de mayor reconocimiento en el mundo que actualmente emplean sistemas de inteligencia para su desarrollo tecnológico, económico y organizacional, son: Microsoft, Motorola, IBM, Procter & Gamble, General Electric, Hewlett Packard, Coca-Cola, Intel, entre otras. En el caso de Latinoamérica, se pueden citar algunas empresas mexicanas como Cemex, Telmex, Pemex, Grupo ICA, Grupo Girsá, así como algunos centros de investigación como el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto Mexicano de Investigaciones Eléctricas, siendo en este país una herra-

mienta naciente, particularmente en los sectores farmacéutico y petroquímico. También se destacan España y Brasil.

Entre los tipos de inteligencia que comienzan a implementarse están la competitiva, la económica, la organizacional, la empresarial y la tecnológica. Aun cuando entre ellas existen ligeras variantes, esencialmente se orientan hacia el mismo objetivo: fortalecer la ventaja competitiva de las organizaciones. Todas ellas comparten una premisa conceptual: se basan en sistemas dinámicos de gestión de información, cuya denominación depende del tipo de información de la que se valen y de los objetivos específicos que cada una desea alcanzar. La creación de una unidad de inteligencia requiere de la aplicación de principios de análisis de organizaciones, en donde el entorno de estas juega un papel preponderante (Huerta *et al.*, 2003).

Escorsa y Maspons (2001) recopilaron una serie de definiciones de inteligencia competitiva de diversos autores, quienes principalmente la definen como el proceso de obtención ética y legal, de análisis, interpretación y difusión de información y conocimiento de valor estratégico sobre el entorno competitivo (competidores actuales y potenciales), que se transmite a los responsables de la toma de decisiones en el momento oportuno. La inteligencia de este tipo hace énfasis en el ambiente competitivo, en conocerlo mejor y asimilar los aspectos de la competencia que pueden hacer impacto en las fortalezas y debilidades de la propia empresa, centrándose en temas de mercado y competencia.

Por su parte, la inteligencia económica, tal como ha sido conceptualizada en los países francófonos (principalmente Francia y Canadá), pretende aprovechar la información relacionada con los ámbitos comercial, jurídico y financiero de carácter estratégico para la empresa (Cotec, 1999). De otro lado, la inteligencia organizacional es entendida como la capacidad y la función de reunir, analizar y diseminar datos que permite obtener, de manera sistemática, información relevante sobre el ambiente externo y las condiciones internas de la organización para la toma de decisiones y la orientación estratégica. Si la organización de referencia es una empresa, entonces es legítimo hablar de inteligencia empresarial (Orozco, 2000). En otras palabras, la inteligencia organizacional tiene en cuenta información que abarca desde lo tecnológico hasta los mercados, pasando por los temas legales, lo cual supone interpretarla, bajo esta perspectiva, como la integración de la inteligencia competitiva, la inteligencia tecnológica y la inteligencia económica.

La inteligencia tecnológica ha surgido como un proceso que permite la generación de conocimiento para la formulación de planes y estrategias tecnoló-

gicas que fortalezcan las capacidades de las organizaciones. El interés por el tema no es nuevo. A finales de los años setenta en documentos institucionales de la OEA (Organización de Estados Americanos) y la Cepal (Comisión Económica para América Latina) sobre el desarrollo tecnológico de la región, ya se mencionaba la necesidad de contar con métodos continuos y flexibles para la evaluación de tendencias en el desarrollo tecnológico y la inserción de la variable tecnológica en los diferentes niveles de toma de decisión en los aparatos productivos de los países. Sin embargo, algunos estudios realizados en la década de los ochenta reportaron fracasos en los procesos de implementación de la inteligencia tecnológica en empresas que se consideraban líderes en desarrollo tecnológico, debido a que, con frecuencia, las unidades encargadas de esta función estaban aisladas de la estrategia empresarial y se proyectaban hacia la generación de productos no siempre sustentados en estudios de mercado (Lichtenthaler, 2003).

3.2 Sistema de inteligencia tecnológica

El propósito fundamental de la inteligencia tecnológica consiste en fortalecer el direccionamiento estratégico de la organización. Se trata no sólo de la identificación tradicional de los avances tecnológicos, sino de incorporar un trabajo analítico en el tiempo y forma apropiados para definir las implicaciones que estos desarrollos pueden tener en el bienestar actual y futuro de la empresa en cuestión, difundirlos correctamente, apoyando a la toma de decisiones estratégicas (Rodríguez, 2003).

3.2.1 Bases conceptuales y estructura del sistema

Un paralelo evolutivo entre la gestión tecnológica y la inteligencia tecnológica es planteado por Lichtenthaler (2003), quien identifica tres generaciones (de acuerdo con las concepciones de Roussel, Saad y Ericsson, Coombs y Richards, y Rothwell), como se observa en la Tabla 3-1, planteando las diferencias existentes entre la participación de los diferentes niveles organizacionales, el enfoque hacia los mercados, las características de desarrollo de investigación, la dinámica en el manejo de información, así como la relación entre la estrategia tecnológica con la planeación organizacional.

TABLA 3-1. CARACTERÍSTICAS DE LAS GENERACIONES DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

	Primera Generación	Segunda Generación	Tercera Generación
Características de la Gestión Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> - No hay relación entre la estrategia corporativa y la estrategia tecnológica - Investigación centralizada con un presupuesto corporativo ajustado - Si la planeación existe, esta es delegada a un departamento específico - Planeación tecnológica de largo plazo desconectada a nivel corporativo y planeación de producto a corto plazo orientada al mercado en unidades de negocio que conducen a las innovaciones sin conocer las necesidades del cliente. Inadecuada evolución de las innovaciones en tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Débil relación entre la estrategia corporativa y la estrategia tecnológica - Descentralización completa o parcial de la actividad de investigación y desarrollo. - Localización de recursos en investigación central a través de contratos con las unidades de negocio - Planeación conjuntamente diseñada por especialistas y la gestión - Planeación en unidades de negocio sólo a término medio. Planeación corporativa sólo si la investigación central existe y se limita a planeación de proyectos y anticipación vaga de necesidades de innovación de negocios existentes. - Habilidad débil de la organización a reaccionar a cambios tecnológicos con un potencial de reconfiguración para unidades existentes e implementar temporalmente innovaciones radicales 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerte relación entre la estrategia tecnológica y las estrategias a nivel corporativo y de unidades de negocio a través de tecnología integrada y planeación de mercados para todos los horizontes de planeación - Planeación de unidades de negocio cubre también el largo plazo; la planeación tecnológica corporativa cubre las necesidades de innovación de todos los negocios individualmente pero incluye una perspectiva transversal. - Recursos corporativos para investigación aplicada, proyectos transversales a las unidades de negocio y nuevos negocios, aún en compañías sin investigación central. - Procesos de planeación y toma de decisiones descentralizados y participativos. - Globalización de las actividades de investigación y desarrollo

	Primera Generación	Segunda Generación	Tercera Generación
Enfoque de la Inteligencia Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> - A largo plazo se enfoca en las tecnologías y no en los mercados - Unidades de inteligencia con un rol “general”, las cuales deben compensar la falta de habilidad de aprendizaje de la base de la organización 	<ul style="list-style-type: none"> - Centralizado y corto plazo, reflejado en proyectos de investigación y desarrollo en unidades de negocio - Generación de proyectos tecnológicos, reactivamente conducidos por la alta gerencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque estratégico y operacional de la inteligencia tecnológica integrando aspectos tecnológicos y de mercado - Proactividad y reactividad a las necesidades de los procesos de toma de decisiones y planeación
Organización de la Inteligencia Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> - Unidad centralizada en el país de origen en la central de investigación - Unidad aislada de fuentes de información internas y decisores 	<ul style="list-style-type: none"> - Unidad en el país de origen de la central de investigación, pero también en las unidades de negocio. La investigación y desarrollo es descentralizada, como también lo es la inteligencia tecnológica - Acceso a información informal a través de una red interna. - Motivación a través del mercado o mecanismos de fuerza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Red global de unidades de inteligencia tecnológica a nivel corporativo y de unidad de negocio. Unidades asociadas a varios niveles de toma de decisiones - Utilización paralela de formas estructurales, híbridas e informales de coordinación de proyectos.
Aproximación a la gestión de la información	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de información debido al bajo interés por parte de los entes de decisión. Reportes sin acciones e implicación - Uso de medios cuantitativos y recolección de información por unidades individuales. - Poca influencia en la toma de decisiones - Tarea de los especialistas en inteligencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a información informal por redes - Interacciones intensivas con la alta gerencia. - Reportes operacionales cortos con implicaciones para la acción. - Métodos cuantitativos. - Influencia moderada en la toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Métodos participativos e interacción con los clientes - Métodos cualitativos y cuantitativos - Fuerte influencia de las decisiones a través de la integración de la inteligencia al proceso de toma de decisiones

Fuente: Adaptado de Lichenthaler (2003)

La literatura sobre inteligencia tecnológica brinda variadas interpretaciones (Klavans, 1997). Cabe mencionar que algunos autores la llaman inteligencia competitiva tecnológica y la relacionan estrechamente con la vigilancia tecnológica. Una percepción de muy amplia cobertura es presentada por Pavón e Hidalgo (1999), en la cual la inteligencia tecnológica es la actividad organizada para la búsqueda y el manejo inteligente de la información adecuada sobre la tecnología utilizada y la frontera tecnológica de la rama en la que se ubica la empresa, con particular énfasis en las disciplinas básicas relacionadas con el sistema productivo, así como la evaluación de alternativas tecnológicas (*technology assessment*), la prospectiva o predicción de futuros (*technology forecasting*) y sus consecuencias.

En contraste, Ashton y Klavans (1997) plantean un concepto más específico que define la inteligencia tecnológica como la búsqueda, detección, análisis y comunicación a los directivos de la empresa de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre oportunidades, amenazas, tendencias o desarrollos exteriores en el ámbito de la ciencia y la tecnología que puedan afectar a la situación competitiva.

Estas dos interpretaciones relacionan la inteligencia directamente con la búsqueda permanente de información y la transformación que se haga de esta sobre la variable tecnológica de las organizaciones. Solleiro, quien coincide inicialmente con Ashton y Klavans, plantea que la inteligencia tecnológica debe ser interpretada como una herramienta de gestión que permite elaborar planes, programas y proyectos relevantes (Orozco, 2000). En este sentido, Savioz (2004) hace un revisión de los diferentes objetivos que persigue la inteligencia tecnológica, según la perspectiva de varios autores (Tabla 3-2).

Recientemente el tema ha tomado importancia, reportándose un aumento en el volumen en la literatura relacionada a nivel latinoamericano y mundial. Al hacer una revisión cuantitativa relacionada con inteligencia tecnológica⁵², se puede observar que la inteligencia tiene un comportamiento de área emergente del conocimiento (Figura 3-4), lo cual puede significar que durante los próximos años tendrá gran aplicación y resonancia. También se encontró que es muy reducido aún el número de autores que trabajan en esta temática, entre los que se pueden mencionar Lichtenthaler y A. Porter. Este último relaciona de manera amplia la inteligencia tecnológica con la competitividad.

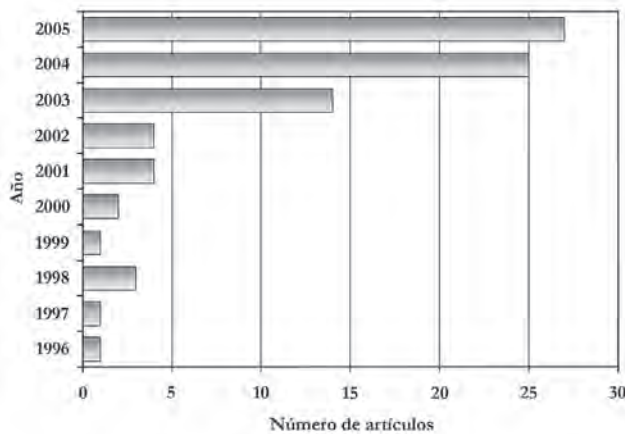
52 Mediante un análisis cuantitativo de la base de datos Scopus® introduciendo las palabras claves *technology intelligence*.

TABLA 3-2. DIFERENTES OBJETIVOS DE LA INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

Ashton y Klavans (1997)	Reger et al. (1998)	Lang (1998)
Proveer una alarma temprana de los desarrollo técnicos externos o movimientos de compañías que representan amenazas potenciales para los negocios u oportunidades	Expandir sus negocios actuales a través de mejoramientos tecnológicos	El espectro de funciones y tecnologías es conocido; observar el desarrollo y cambios dentro de estos campos
Evaluar nuevos productos, procesos o perspectivas de colaboración creados por actividades científicas o tecnológicas externas a la vez que permite una respuesta apropiada	Generar nuevo conocimiento tecnológico para el desarrollo de nuevos campos de negocio	Observación de tecnologías sobre la base de espectros particulares de funciones
Anticipar y entender los cambios relativos o las tendencias en ciencia y tecnología en el entorno competitivo como preparación para la planeación organizacional y el desarrollo de la estrategia	Anticipar discontinuidades tecnológicas y cambios globales para que no tomen desprevenida o “sumergida” a la organización con nuevos paradigmas o nuevos competidores	Observación general del entorno tecnológico en búsqueda de cualquier oportunidad

Fuente: Adaptación de Savioz (2004)

FIGURA 3-4. PUBLICACIONES RELACIONADAS CON INTELIGENCIA TECNOLÓGICA.



Fuente: Universidad Nacional de Colombia –Sinab, cálculos basados en información de la BdD: Scopus®; cobertura 1996– 09/05/2005, *software* de análisis Microsoft Excel®

Por su parte, Lichtenthaler (2004b) plantea la inteligencia tecnológica como una aproximación sistémica que implica escanear y monitorear el desarrollo tecnológico, la cual ha evolucionado en el contexto de la gestión tecnológica desde la generación de departamentos de investigación y desarrollo tecnológico hasta convertirse en herramienta de la estrategia de negocios y empresarial.

En el contexto latinoamericano, Aceves (2005) ha planteado a la inteligencia tecnológica como una alternativa conceptual para agregar valor desde la planeación estratégica, mientras que Ortega *et al.* (2005) la han abordado desde la implementación de sistemas de calidad que le permitan a la inteligencia ser aplicada, particularmente, desde estudios de vigilancia tecnológica. Este último enfoque, que ubica a la inteligencia tecnológica desde la vigilancia, coincide con el mencionado anteriormente y propuesto por Escorsa y Maspons (2001), así como por Rodríguez (2003), quien además analiza a la inteligencia tecnológica como un mecanismo de desarrollo de conocimiento particularmente desde la academia. Sin embargo, en el contexto regional también existe otra posición que ofrece un punto contrastante con este enfoque, por cuanto plantea a la inteligencia como un ejemplo de sustitución tecnológica, que está reemplazando a la vigilancia o monitoreo (Vasconcellos, 2004). Finalmente, De Oliveira *et al.* (2004) señalan la integración en un esquema de inteligencia tecnológica como una posible ventaja de los procesos de *benchmarking*.

Una interpretación más elaborada sobre el tema la plantea Mier (2003), quien además de considerar la inteligencia tecnológica como una actividad centrada en el seguimiento y el análisis estratégico de los avances científicos y tecnológicos, señala que este tipo de inteligencia implica el conocimiento del entorno externo e interno de la organización para aplicarlo al proceso de la toma de decisiones. Sin embargo, las anteriores definiciones son parcializadas y no presentan un concepto unificador, aunque coinciden en algunos aspectos importantes como el manejo de información y la planeación estratégica.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones y partiendo de los términos inteligencia y tecnología definidos anteriormente, se plantea, para efectos de este libro, que la inteligencia tecnológica *es el proceso de búsqueda, manejo y análisis de información, que al transformarla en conocimiento permite la adecuada gestión de los recursos para el diseño, producción, mejoramiento y comercialización de tecnologías de productos, operación, procesos y equipos, a través de la generación de planes y estrategias tecnológicas para la toma de decisiones en el momento apropiado.*

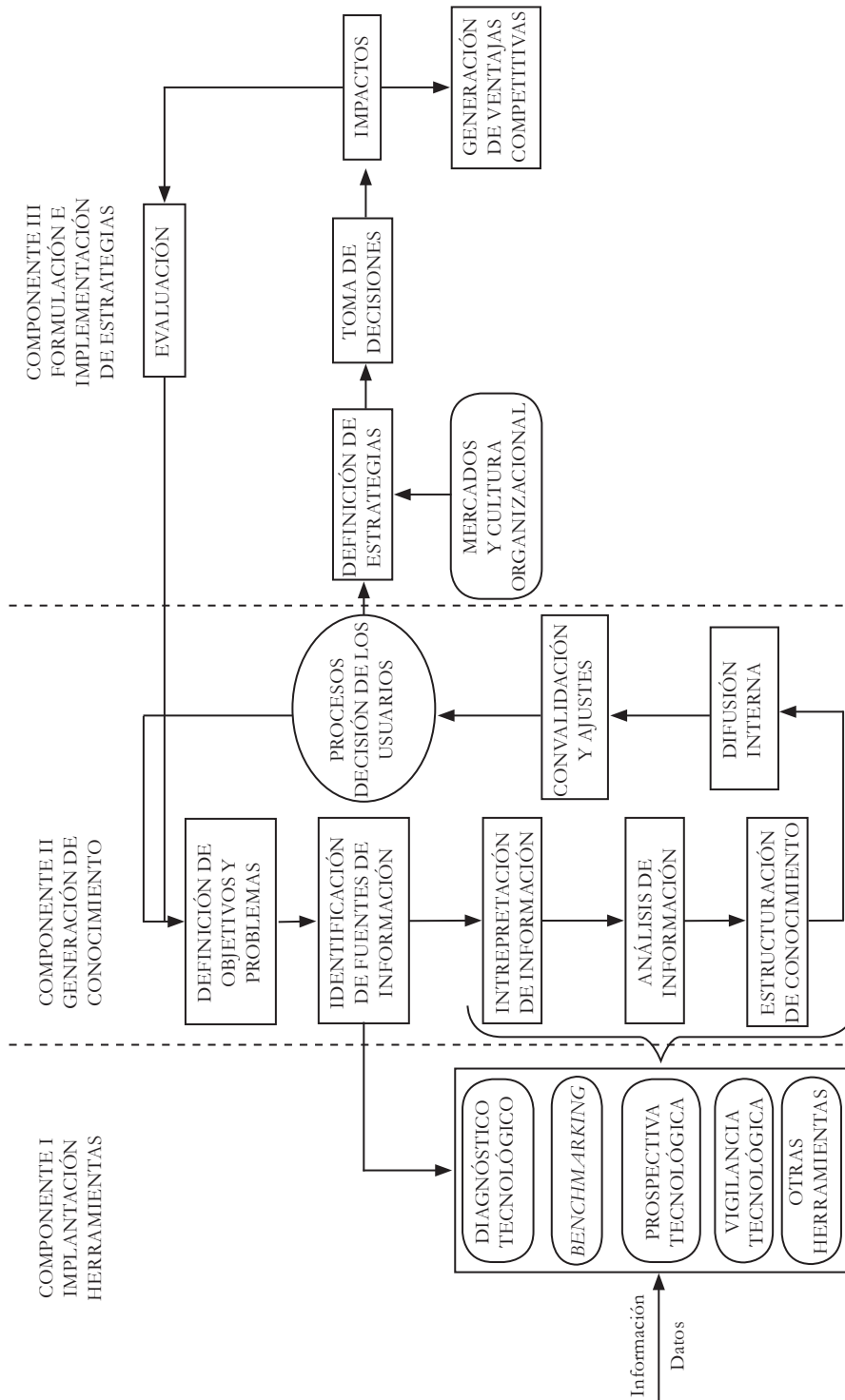
De acuerdo con Escorsa y Maspons (2001) y Huerta *et al.* (2003), las actividades de la inteligencia tecnológica en los negocios se justifican mediante seis objetivos básicos:

- Anticipar y entender los cambios relacionados con la ciencia, la tecnología y las tendencias en el ambiente competitivo como preparación e insumo para la planeación organizacional y desarrollo de la estrategia.
- Identificar y evaluar nuevos productos o procesos tecnológicos creados por actividades externas en ciencia y tecnología en un periodo que permita una respuesta adecuada.
- Determinar nuevas oportunidades para acceder a los avances tecnológicos.
- Monitoreo y control del desarrollo de tecnologías específicas.
- Seguir las actividades de organizaciones específicas (competidores, proveedores de equipo y materia prima).
- Proveer datos técnicos y brindar servicios de información desarrollando una cultura tecnológica en la organización.

El sistema de inteligencia tecnológica, cuyas bases retoman la esencia de la gestión tecnológica, se caracteriza por su dinamismo y versatilidad. Para la aplicación de un sistema de inteligencia, González (2003) propone manejar un proceso metodológico e interactivo de manera continua y sistemática. El sistema propuesto está basado en tres componentes fuertemente interrelacionados (Figura 3-5): (1) la implementación de herramientas de gestión tecnológica que manejan información con diferentes atributos; (2) la generación de conocimiento a través de la transformación de datos en información con valor estratégico; (3) la formulación e implementación de estrategias de desarrollo tecnológico acordes con las políticas de la organización.

Estos componentes no son etapas secuenciales sino que se complementan entre sí por ser un proceso complejo con flujos de retroalimentación. Por ejemplo, para la implementación satisfactoria de cada una de las herramientas del componente I, es necesario que el manejo de información en cada herramienta se desarrolle siguiendo la metodología del componente II; así mismo, la formulación de estrategias (componente III) brindará información importante para la continuación del sistema de inteligencia tecnológica al permitir la reformulación de objetivos. A continuación se establece un marco de referencia para cada componente.

FIGURA 3-5. SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

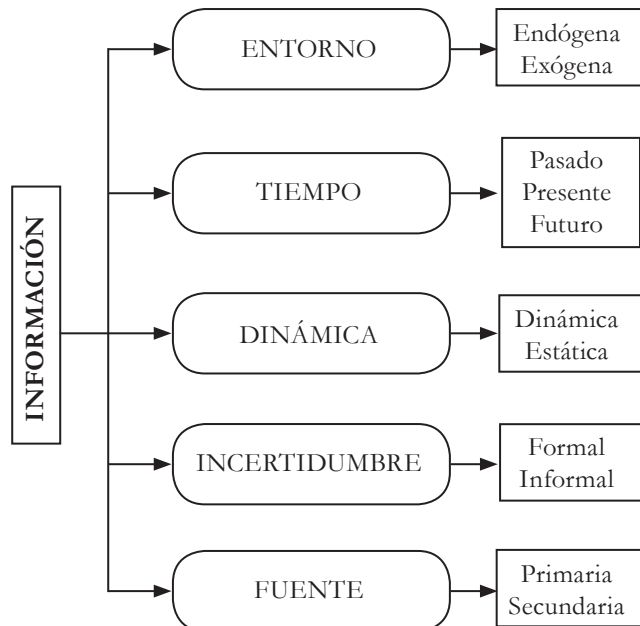


3.2.2 Componente i: implementación de herramientas de gestión

La inteligencia tecnológica es un integrador de diversas herramientas de gestión tecnológica. En este caso se sugiere un sistema que utiliza cuatro herramientas (diagnóstico tecnológico, *benchmarking*, vigilancia tecnológica y prospectiva tecnológica), aunque es posible utilizar un mayor o menor número de herramientas dependiendo de la complejidad del sistema analizado. El diagnóstico tecnológico (también se pueden utilizar para este fin las metodologías de balance tecnológico) permite determinar las capacidades tecnológicas enfatizando en las fortalezas y retos por alcanzar, mientras que la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica sirven para identificar tendencias y ofrecer al sistema productivo la capacidad de anticiparse a los cambios en el corto y el largo plazos respectivamente. Por su parte, la aplicación del *benchmarking* permite a la empresa conocer las mejores prácticas en los procesos productivos y en el desarrollo tecnológico de las compañías líderes con el fin de establecer la brecha que la separa de estas.

En la aplicación de cada una de estas herramientas se maneja información que posee diferentes atributos, como se muestra en la Figura 3-6, las cuales están definidas en función de: entorno, tiempo, dinámica de la información, incertidumbre y fuentes.

FIGURA 3-6. ATRIBUTOS DE LA INFORMACIÓN



a. *Entorno.* Para analizar un sistema productivo se necesita información endógena y exógena. Internamente se cuenta con los integrantes y recursos de conocimiento explícito, y externamente con clientes, proveedores, competidores, entidades regulatorias, entre otros. De esta forma, la organización debe conocerse a nivel interno por medio de la implementación de herramientas como el diagnóstico tecnológico. A nivel externo puede evaluarse mediante herramientas como la vigilancia tecnológica, la inteligencia de mercados, entre otras, aunque también existen metodologías de aplicación transversal. Por ejemplo, el *benchmarking* puede aplicarse tomando como referencia el nivel externo, comparando la empresa con sus competidores, y al interior para tener un conocimiento profundo de los procesos de la organización, estableciendo el mejor proceso desarrollado como modelo (mejor práctica) (Spendolini, 1994). La prospectiva tecnológica también toma elementos internos y externos a la empresa para generar escenarios futuros, puesto que, además de contar con el punto de vista y el conocimiento de los actores dentro de la organización, debe basarse en la existencia de una interrelación de los cambios tecnológicos con los económicos, políticos y sociales a nivel macro. En este caso es pertinente recordar que el factor tecnológico y su evolución se asume simultáneamente como un producto de la sociedad y como un impulsor de la transformación de la misma.

b. *Tiempo.* Muchas de las metodologías ya mencionadas emplean información de la empresa y su contexto, que no solo hace referencia al momento presente, sino a lo largo de un determinado periodo de tiempo, puesto que permite conocer cuál ha sido la evolución de los fenómenos y problemas que afectan actualmente a la organización y las tendencias que influirán en ella. Como referencia se puede mencionar que la vigilancia tecnológica analiza información de patentes, artículos y otras fuentes tomando diferentes intervalos de tiempo, particularmente del corto plazo reciente y del momento actual. Por otra parte, los estudios de futuro, entre los cuales está la prospectiva tecnológica, involucran además de elementos actuales y del pasado, tendencias, probabilidades y potencialidades (elementos de futuro) que se orientan al direccionamiento estratégico de la organización en el mediano y largo plazos.

c. *Dinámica de la información.* La información puede obtenerse a partir de fuentes diversas y manejarse como un aspecto estático o dinámico en la organización, teniendo en cuenta si trasciende más allá del punto en el cual se generó. En el primer caso, un informe de gestión o de desarrollo tecnológico (incluyendo de diagnóstico) podría tomarse como información estática, ya que se le considera importante sólo al final del periodo que aborda. Por otra parte, la información dinámica debe generarse y analizarse permanentemen-

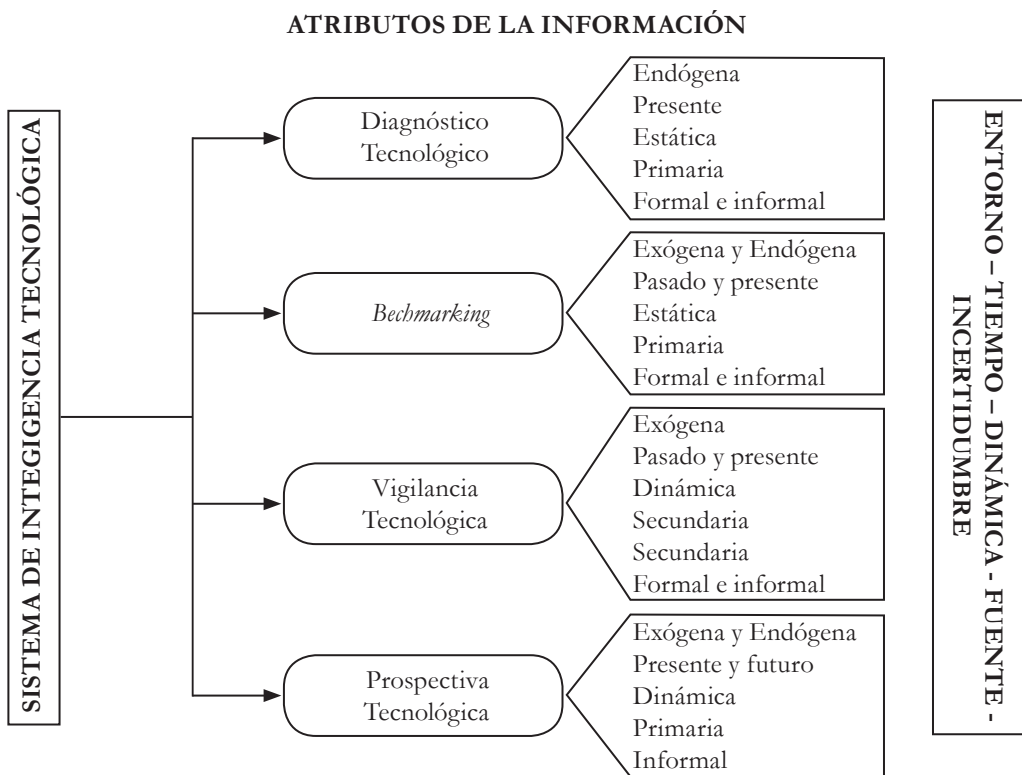
te y va completándose en función del tiempo. Por ejemplo, el diagnóstico tecnológico y el *benchmarking* manejan preferentemente información estática, ya que se refiere a un estado de la organización en un momento determinado. Por su parte, la información procesada tanto en la prospectiva como en la vigilancia tecnológica generalmente debe ser dinámica, puesto que requiere ser complementada en el transcurso del tiempo, lo cual hace que cambie periódicamente.

d. Incertidumbre de la información. Las fuentes informales son aquellas que pueden ser accedidas con relativa facilidad pero no tienen un respaldo técnico, lo cual puede generar duda sobre su veracidad y objetividad. De este tipo se encuentran las charlas entre personas sobre un tema, la información de páginas *web* donde se encuentra contenido no estructurado y no se tiene precisión de su procedencia, medios de comunicación masivos no especializados, entre otras. Las fuentes formales son confiables, las cuales pueden ser usadas sin necesidad de corroborarlas; estas son, entre otras, los artículos científicos, las patentes y los informes de empresas serias y de prestigio, etc. Así, el diagnóstico tecnológico y el *benchmarking* manejan ambos tipos de información; por ejemplo, los informes constituyen una fuente formal y los resultados de los grupos foco y las lluvias de ideas con personal de la organización son fuentes informales. La vigilancia tecnológica puede emplear información formal e informal, aunque fundamentalmente en su implementación son utilizadas las patentes y los artículos. Por su parte, la información empleada en la prospectiva tecnológica es de tipo informal, ya que se basa en las apreciaciones de los expertos consultados.

e. Fuentes de información. Las fuentes son el punto de partida para el análisis de información, por lo que deben utilizarse aquellas que son confiables o, en caso de duda, validarlas. Las fuentes primarias son el resultado de la consulta directa a diversos actores; este es el tipo de información que emplean el diagnóstico tecnológico, el *benchmarking* y la prospectiva tecnológica, en donde se interactúa con personas involucradas en el sistema productivo. Las fuentes secundarias hacen referencia a la documentación existente, como patentes y artículos, utilizados en herramientas como la vigilancia tecnológica.

Dependiendo del tipo de herramienta que se implemente, los atributos de la información utilizada serán diferentes. Lo recomendable para el manejo de los sistemas de inteligencia tecnológica es utilizar diversas fuentes de información en función de su contexto y su acceso, permitiendo que el sistema sea más flexible y versátil (Figura 3-7).

FIGURA 3-7. ATRIBUTOS DE LA INFORMACIÓN PROCESADA EN EL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

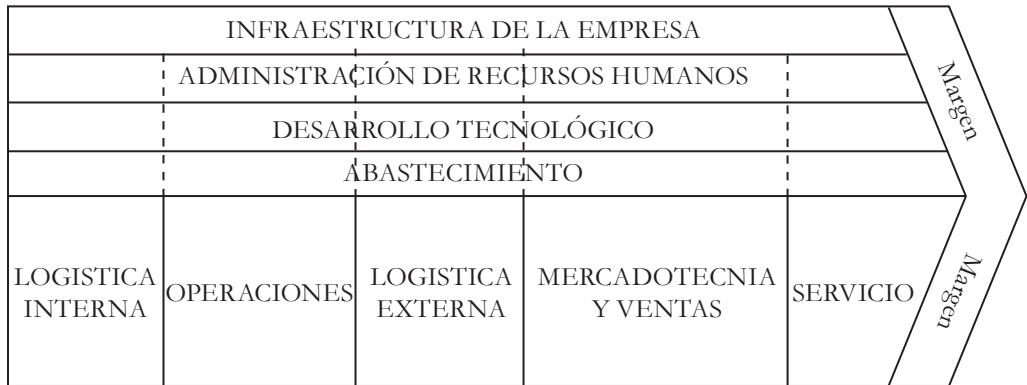


3.2.2.1 Diagnóstico tecnológico

En un sistema de inteligencia es imprescindible entender la problemática de la empresa e identificar las necesidades generales y específicas del proceso productivo. Tal como lo sugiere Porter (1987), una herramienta básica para examinar de forma sistemática todas las actividades que una organización desempeña y cómo interactúan, es la *cadena de valor*. Este enfoque puede ser tomado como referencia para realizar los diagnósticos tecnológicos, que además deberán complementarse con los análisis organizacionales. La cadena de valor disgrega a la empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y fuentes de diferenciación existentes y potenciales, además permite entender el papel de la tecnología en la ventaja competitiva de la empresa, al visualizarla como una colección de tecnologías.

La cadena de valor es una representación esquemática de la forma como la firma agrega valor a los productos (Figura 3-8), involucrando cinco actividades básicas, comprometidas directamente con este proceso: logística interna, operaciones, logística externa, mercadotecnia, ventas y servicio, así como las actividades de apoyo: abastecimiento, desarrollo de tecnología, administración de recursos humanos e infraestructura de la empresa (Porter, 1987).

FIGURA 3-8. LA CADENA DE VALOR



Fuente: Porter (1987; 1992)

Es conveniente establecer la cadena de valor de cada empresa en particular, ya que esto permite tener claridad sobre cuáles son las diferentes actividades en las que se presentan oportunidades para la innovación tecnológica (López *et al.*, 2001). Para el análisis de la cadena de valor se caracteriza cada uno de los eslabones involucrados en el proceso productivo de la empresa, siendo posible efectuar modificaciones al esquema de Porter, ya que este es un planteamiento genérico.

En la cadena de valor los procesos son identificados y rotulados, para lo cual las operaciones que lo componen deben ser distintas, con un comienzo y un final, diferenciándolas de otras. Además, es pertinente examinar las actividades específicas desde una perspectiva de entradas y salidas, evaluando el sistema productivo como una transformación o conversión (Schlie, 1999).

El diagnóstico tecnológico frecuentemente se ha homologado a los procesos de auditoría, por cuanto en muchos casos persiguen el mismo fin de evaluar el desarrollo tecnológico de las organizaciones. Kruglianscas y Gallina (1999) han analizado el tema de la evaluación o diagnóstico de la variable tecnológica en las organizaciones desde los siguientes enfoques: las capacidades tecnológicas (definidas de manera diversa en la literatura), la adquisición de tecnología, la

estructura administrativa y el recurso humano comprometido, la dependencia tecnológica, los indicadores de eficiencia y eficacia de la tecnología, la auditoría de la innovación, la medición de la productividad y la competitividad. Lo anterior les ha permitido concluir que no existe modelo ideal, y que la efectividad del uso de uno y otro enfoques depende de los objetivos del estudio particular, los recursos asignados, la continuidad en la evaluación, la experticia del grupo de profesionales que desarrollan el diagnóstico, y el contexto sectorial, social y económico en el cual se ubica el sistema productivo.

Recientemente, también se realizó una interesante comparación entre las diferentes metodologías que desde la auditoría y el diagnóstico se encuentran en la literatura (Vasconcellos, 2004), concluyendo que se puede evaluar el estado de la tecnología en las organizaciones en los siguiente niveles: (1) sensibilización frente a la tecnología, (2) sintonía de la estrategia tecnológica y de la empresa, (3) integración entre investigación y desarrollo con las demás áreas de la empresa, (4) anticipación ante las posibles amenazas y oportunidades de la empresa, (5) adecuación de la estructura de investigación y desarrollo, (6) adecuación del sistema de información tecnológica, (7) recursos asignados a investigación y desarrollo, y (8) adecuación de las técnicas de gestión tecnológica. Vasconcellos igualmente propone que para auxiliar a una empresa para que pueda identificar sus necesidades tecnológicas prioritarias, se deben llevar a cabo las siguientes etapas: (1) análisis de la empresa, su ambiente y sus estrategias, (2) integración entre la estrategia y los proyectos tecnológicos actuales, (3) análisis de factores de competitividad y etapas del proceso productivo, (4) análisis de la competencia, (5) análisis de tendencias tecnológicas, (6) evaluación de la capacitación tecnológica, (7) impacto de las tecnologías estratégicas sobre los proyectos tecnológicos.

Todo lo que la empresa hace implica tecnología de algún tipo, a pesar del hecho de que una o más tecnologías pueden parecer dominantes en el producto o en el proceso de producción. La importancia de una tecnología para la competencia no es función de su mérito científico o su prominencia en el producto físico. Cualquiera de las tecnologías implicadas en una organización puede tener un impacto importante. Es por esto que, una vez determinada la cadena de valor de la empresa, es necesario identificar las tecnologías blandas y duras involucradas en cada uno de los eslabones que la conforman; para ello Shenhar y Adler (1999) plantean cinco tipos de ventaja que interactúan entre sí para evaluar la capacidad tecnológica de una empresa:

a. Tecnológicas esenciales. Constituyen el conjunto de tecnologías incorporadas en productos y procesos considerados fundamentales para la competitividad presente y futura de la empresa. Tales ventajas son las capacidades esenciales o medulares de la organización.

b. *Organizacionales.* Son los factores que permiten a la empresa crear y explotar nuevas tecnologías. Incluyen el perfil de aptitudes de los empleados y los gerentes, los procedimientos para la toma de decisiones y la distribución de información, la estructura organizacional, las estrategias que guían la acción y la cultura que moldea suposiciones y valores compartidos.

c. *Externas.* Representadas por los vínculos entre la empresa y su entorno. Incluyen relaciones con socios, competidores, proveedores, clientes, asociaciones profesionales, institutos de investigación y educación, consultores, actores políticos y comunidades locales, actuales y potenciales.

d. *De desarrollo.* En este caso son claves los procesos de desarrollo tanto de tecnología como de producto y proceso, lo cual afecta directamente los procesos productivos y la generación de valor.

e. *Complementarias.* Este tipo de ventajas pueden necesitarse en áreas como *marketing*, distribución, manufactura, servicio al cliente o en sistemas de información.

Una manera acertada para realizar el análisis de la base tecnológica en las organizaciones consiste en la identificación de las variables y subvariables relevantes que pueden establecer el nivel actual y la relación de los diferentes tipos de tecnologías en el sistema productivo. La realización de un diagnóstico de la capacidad tecnológica y su nivel de gestión en la empresa permite contar con un inventario de las tecnologías, permitiendo a la empresa determinar sus competencias tecnológicas claves y evaluar el desarrollo alcanzado (Brito *et al.*, 2001).

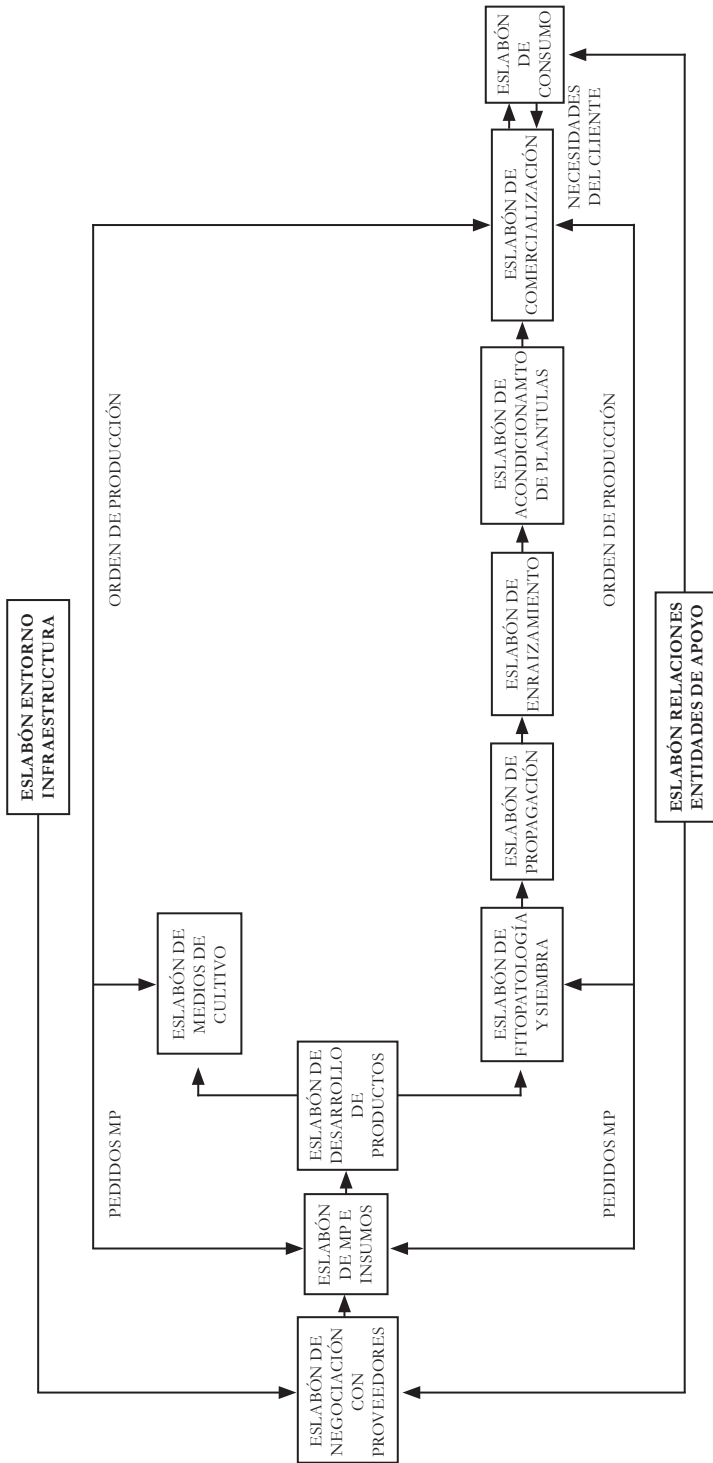
Como ejemplo de la utilidad de la cadena de valor para la realización de diagnósticos tecnológicos, a continuación se muestran gráficamente⁵³ los resultados del análisis de las actividades tecnológicas en un sistema productivo (Figuras 3-9, 3-10 y 3-11)⁵⁴.

Teniendo en cuenta las actividades involucradas en cada eslabón de la cadena de valor, se elaboró el instrumento de diagnóstico que dio lugar a la evaluación

53 A partir de los resultados obtenidos se configuraron los ejes del radar, método gráfico que permitió la visualización de los resultados y su fácil interpretación, la cual implica que: (1) el cinco significa el mejor desempeño en la práctica o proceso que se está evaluando; (2) cada radio representa la medida del desempeño de las empresas, a medida que el radio aumenta el desempeño se evalúa como superior.

54 Se evaluó el desarrollo tecnológico de una empresa colombiana que produce plántulas *in vitro* y otros insumos para la industria floricultora y frutícola, la cual tiene más de veinticinco años en el mercado y cuenta con cerca de cien empleados.

FIGURA 3-9. EJEMPLO DE UNA CADENA DE VALOR PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL



del desarrollo tecnológico y de la generación de valor en la empresa. A partir de ellos fue posible identificar las fortalezas y retos, así como definir bases de estrategia tecnológica.

FIGURA 3-10. EVALUACIÓN DE LA GENERACIÓN DE VALOR



FIGURA 3-11. DIAGNÓSTICO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO



3.2.2.2 Benchmarking

Una acción prioritaria de la gestión tecnológica consiste en identificar las causas que hacen necesario llevar a cabo una mejora en los procesos productivos. Los cambios pueden ser accidentales o planeados, es decir, que se proyectan con un fin o propósito. El *benchmarking* constituye una herramienta para realizar cambios planeados a partir de diagnósticos de carácter comparativo a nivel de funciones, organizaciones y sectores, con el fin de encontrar las mejores prácticas en el desarrollo de procesos (Corporación Calidad, 1999).

a. *Definición de benchmarking.* La expresión inglesa *benchmarking* puede interpretarse como *punto de referencia*, es decir: algo que sirve como una norma, un proceso o una práctica (referencia), contra la cual otras cosas son comparadas y medidas. El *benchmarking* es un conjunto de procedimientos mediante los cuales la empresa compara su desempeño contra su propio desempeño pasado, o contra el de otras empresas comparables (Spendolini, 1994). El *benchmarking* también ha sido definido como una práctica que se usa para mostrar qué procesos son candidatos para mejora continua y cuáles requieren cambios mayores (Harrington, 1996). El primer paso es la identificación de los factores críticos de éxito para una organización, es decir, las variables que influyen directamente en los procesos que requieren mejorar o modificar. Para poder realizarlo, es necesario contar con información suficiente, adecuada, actualizada y confiable, la cual no suele estar fácilmente disponible en fuentes de acceso público. Por esta razón, las empresas acostumbran acordar el intercambio de información, tanto directamente como a través de las cámaras y asociaciones empresariales.

El *benchmarking* ha sido una herramienta utilizada en muchas partes del mundo, por compañías tan prestigiosas como Xerox, Motorola, Federal Express y AT&T, entre otras, ya que les permite corregir defectos y reforzar fortalezas. Asimismo, ha sido definida por muchos autores, como Spendolini, Camp, Kallöf y Östblom, así como por entidades, entre las cuales las siguientes son los referentes mundiales: el Instituto de Automatización Comercial, y el Centro Americano de Productividad y Calidad (APQC, por sus siglas en inglés).

También es posible asumir al *benchmarking* como el proceso sistemático y continuo que evalúa y compara las prácticas, procesos, productos, servicios, políticas e indicadores de las organizaciones, para poder identificar, adaptar e implementar estrategias que permitan el mejoramiento del desempeño empresarial. La Tabla 3-3 resume el propósito, enfoque, limitantes y tipo de información necesaria en un estudio de *benchmarking*.

TABLA 3-3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS DE *BENCHMARKING*

<i>Propósito general</i>	Analizar el qué, por qué y cómo logran el liderazgo competitivo las compañías
<i>Enfoque</i>	Las prácticas de negocio o de desarrollo tecnológico que satisfacen necesidades de los clientes
<i>Aplicación</i>	Las mejores prácticas de negocio de desarrollo tecnológico como un producto
<i>Limitantes</i>	Prevención para compartir información. Sin embargo, no tiene límites en cuanto a aplicación (aplicable a funciones, procesos, prácticas, políticas, economías, etc.)
<i>Fuentes de información</i>	Líderes de la industria similares en ventajas competitivas, competidores y clientes

b. Características del benchmarking. El benchmarking posee cuatro características esenciales:

- *Especificidad de la información y de los sistemas productivos.* El *benchmarking* parte de suponer que no hay dos sistemas iguales. Toda organización tiene su propia estructura, jerarquías, relaciones de mando, estructura tecnológica, etc., lo que hace que la cultura organizacional difiera de una empresa a otra. Por estas razones, el primer paso es conocerse a sí mismo; el hecho de evaluar qué productos o procesos necesitan mejora en una empresa parte de la premisa de conocer a fondo los procesos que se realizan y los productos o servicios que se ofrecen a los consumidores.
- *El benchmarking no se limita a “copiar”.* Observar al mejor no implica poder copiarlo. Dadas las diferencias que se presentan de una organización a otra, copiar no daría los resultados que se esperan. Es necesario adecuar lo que se aprende de una organización (la mejor en su área) no solo a los procesos que se busca mejorar sino también al ambiente en el cual se va a implementar, para que se constituya en una herramienta útil en la toma de decisiones.
- *Estimula el cambio.* La implementación del *benchmarking* puede traer muchas ventajas, como conocer las mejores prácticas de la industria y la posición de la empresa en la misma; identificar los niveles de excelencia e intentar alcanzarlos empleando los conocimientos adquiridos para mejorar el desempeño. Más allá de constituir una herramienta de aprendizaje, el *benchmarking* se presenta también como una herramienta estimulante para el cambio.

— *Proceso continuo.* Las organizaciones, los sistemas productivos y el mercado son cambiantes. Esta herramienta busca recurrentemente desarrollarse y fortalecerse de manera continua, lo que implica que se le lleve seguimiento, con el fin de realizar ajustes oportunamente, por cuanto las mejoras en calidad y productividad deben ser permanentes. No se debe iniciar un proceso de *benchmarking* con la idea de efectuarlo una sola vez, este debe convertirse en parte de la organización.

c. *Objetivos del benchmarking.* Teniendo en cuenta que el *benchmarking* es un proceso continuo y que requiere retroalimentación constante, se puede decir que sus objetivos generales son:

- *A corto plazo:* evaluar el desempeño de la organización y generar aprendizaje en ella.
- *A mediano plazo:* el mejoramiento continuo.
- *A largo plazo:* garantizar la supervivencia, basada en la productividad y la competitividad.

Como objetivos específicos puede mencionarse adicionalmente (Feltus, 1997): (1) encontrar y comprender las prácticas que ayudarán a alcanzar nuevos estándares de desempeño; (2) contribuir al desarrollo del plan estratégico de la empresa mediante la fijación de metas realistas destinadas al logro de los factores decisivos para el éxito de la organización; (3) aportar al mejoramiento sostenido de los procesos empresariales claves a través de la identificación de las mejores prácticas que faciliten las oportunidades de desarrollo organizacional; (4) identificar las debilidades en los procesos de una organización, buscando superarlas y convertirlas en fortalezas; (5) lograr la satisfacción del consumidor cubriendo sus necesidades con los mejores procesos; (6) garantizar que las mejores prácticas se incorporen a los procesos de trabajo de una empresa; por último, (7) potenciar la verdadera productividad.

d. *Tipos de benchmarking.* La evolución del *benchmarking* ha pasado por distintas generaciones. Se inició con una comparación de productos y ha llegado a tomar la alternativa de evaluar lo que realizan las empresas en un ambiente diferente e incluso con actividades divergentes, dando lugar de esta manera a diferentes tipos de *benchmarking*. Según las necesidades específicas y los objetivos que persigue cada organización, se pueden aplicar diferentes clases de *benchmarking* (APQC, 1995):

- *Competitivo*. Se orienta al estudio y análisis de los productos, servicios y procesos de la competencia directa de la organización. Tiene como ventaja que, al evaluar competidores, las tecnologías y procesos son similares o iguales, facilitando así la transferencia de lecciones aprendidas. En este tipo de *benchmarking* pueden participar varias compañías de la misma industria, aunque estableciendo las reglas de juego con respecto al manejo, acceso y confidencialidad de la información. Una de las barreras más importantes dentro de este tipo de investigación es el hecho de que puede ser realmente difícil obtener información secundaria sobre las operaciones de los competidores, debido al manejo confidencial de la información (Spendolini *et al.*, 1999).
- *Interno*. En muchas empresas se llevan a cabo procesos similares en múltiples instalaciones, departamentos o divisiones. Por esta razón, un buen punto de partida para identificar las mejores prácticas es comparar internamente actividades y procesos. Igualmente, es una base excelente no solo para descubrir diferencias de interés, sino también para centrar la atención en temas críticos (Finnigan, 1997). El objetivo de este tipo de *benchmarking* es primordialmente el conocimiento profundo de los procesos de la empresa y de cómo estos desencadenan la elaboración del producto/servicio, estableciendo como modelo el mejor proceso desarrollado, lo que permite optimizar los otros. Tal estudio debe ir de la mano de investigaciones externas, puesto que la compañía no es una isla en el mercado. Por ello, la aplicación del *benchmarking* interno se realiza generalmente en empresas que tienen filiales en otros países o sucursales en diferentes lugares geográficos.
- *Funcional (genérico)*. Su objetivo es revelar la mejor práctica de una compañía reconocida como líder en un área específica. Se dirige a funciones y procesos comunes para muchas empresas sin importar la industria a la que pertenezcan. Este tipo de *benchmarking* ha demostrado ser efectivo, ya que fomenta el interés por la investigación y los datos compartidos, debido a que no existe el problema de la confidencialidad entre las empresas disímiles porque se tiene un interés natural por comprender las prácticas en otro contexto.
- *De procesos*. Examina los procesos ya sea de toda la empresa o de solo una parte de esta. Hace un análisis de rendimiento y de funcionalidad sobre sus prácticas, procedimientos, políticas, forma de operación, etc. Busca identificar las mejores prácticas a través de estudios y observaciones de procesos claves en empresas de cualquier sector, para lo cual se requiere mayor compromiso y experiencia. Es una mezcla de los otros tipos de

benchmarking, que encuentra aplicabilidad en la evaluación de sistemas productivos, permitiendo comparar no solo indicadores de resultado (como los involucrados en conceptos de rendimiento, selectividad, productividad, etc.), sino también indicadores de proceso.

- *Industrial*. Cuando se realiza comparación de procesos, prácticas, estrategias, etc., de empresas que ofrecen productos diferentes pero se enfocan a una misma industria.

Por lo general, los tipos de *benchmarking* más utilizados son el interno y el competitivo. En la Tabla 3-4 se presentan las principales ventajas y desventajas de cada tipo de *benchmarking*.

TABLA 3-4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE *BENCHMARKING*

TIPO	VENTAJA	DESVENTAJA
Interno	Facilidad de acceso a la información Compromiso de las personas, se comparten objetivos Facilidad de Implementación de los resultados si se ajustan a la cultura organizacional	Sesgo en el estudio Algunos casos no son actividades o procesos idénticos o similares (Grado de comparabilidad indeterminado)
Competitivo	Prácticas y tecnologías comparables Condiciones de fondo de mercado bien conocidas	Barreras para la recolección de información Resistencia interna a los hallazgos Preocupación por fugas de información Límites para compartir información y objetivos
Industrial	Innovativo Prácticas comparables Información generalmente aplicable Se comparte información fácilmente	Condiciones de mercado poco conocidas. El ambiente operacional de una empresa en otra industria puede ser más complicado
Genérico	Mayor rango de posibilidad de encontrar valor agregado Altamente informativo No hay barreras (o pocas) a compartir información	Culturas corporativas muy diferentes Alguna información no es fácil de transferir de una organización a otra Dificultad para integrar los hallazgos de una empresa a otra. Consumo alto de tiempo y dinero

Fuente: adaptado de www.benchnet.com

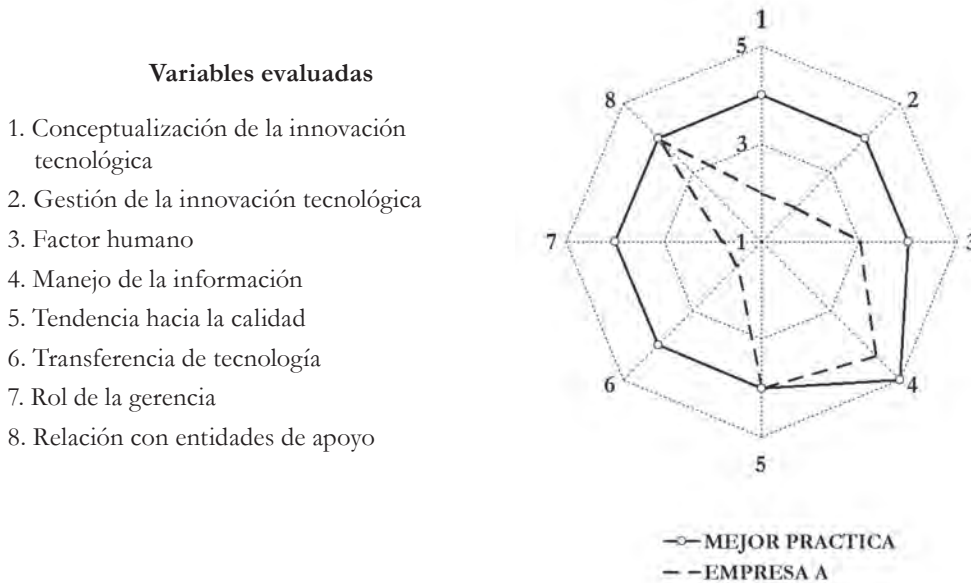
A manera de ejemplo de la aplicación del *benchmarking*⁵⁵ por procesos e industrial (los cuales se pueden integrar), se presentan los resultados obtenidos en el análisis de un grupo de empresas colombianas. Se observa en la Figura 3-12 que la empresa A tiene fortalezas⁵⁶ comparada con la mejor práctica, en su relación con entidades de apoyo, manejo de información y tendencia hacia la calidad (variables 8, 4 y 5, respectivamente), pero presenta brechas considerables con relación a la mejor práctica en lo relativo a transferencia de tecnología y rol de la gerencia (6 y 7). No obstante, la empresa A tiene un comportamiento excepcional con relación a la variable 8, por cuanto la brecha entre esta variable y la mejor práctica en las otras organizaciones analizadas es mayor.

Finalmente, es importante mencionar que, debido a que se evalúan procesos y desempeños, el *benchmarking* funciona sólo cuando cuenta con la participación de la mayor parte de los responsables de los sistemas productivos analizados, así como con el compromiso de adoptar sus resultados, generando prácticas gerenciales y de desarrollo tecnológico eficientes y duraderas en el largo plazo (Watson, 1995).

55 El *benchmarking* no se limita a la representación gráfica de la situación actual de un sistema productivo u organización, mediante la metodología de radar, sino que además contempla aspectos cualitativos comprendidos dentro de cuatro condiciones de los procesos analizados: a) actividades primarias que involucra, b) *outputs* o salidas de cada fase en términos de toma de decisiones e información, c) recomendaciones acerca del manejo de las etapas del proceso de acuerdo con la mejor práctica, lo cual se ha denominado *habilitador*, y d) herramientas específicas o técnicas que puedan ser aplicables a las etapas del proceso. Estas condiciones en conjunto pueden ser aplicadas a cada una de las etapas del proceso de innovación tecnológica mencionadas anteriormente. El análisis cualitativo que se efectuó, tomó como base un proceso genérico de innovación con actividades específicas que operacionalizan las capacidades tecnológicas evaluadas cuantitativamente. Así, se partió de la identificación de necesidades y se concluyó con la retroalimentación a través del seguimiento a la invención o nuevo desarrollo.

56 En este caso, la fortaleza es asumida en aquellos ejes en los cuales la diferencia entre la empresa o proceso analizado es pequeña en comparación con la mejor práctica. En forma contraria, cuando esta diferencia sobre un mismo eje es grande, se considera una debilidad. Estas últimas determinan los vectores de cambio continuo, que a su vez serán la base de desarrollo tecnológico, para lo cual se podrá aprender de las actividades involucradas en la mejor práctica.

FIGURA 3-12. BENCHMARKING DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE UNA EMPRESA (A) CON LA MEJOR PRÁCTICA DEL SECTOR⁵⁷



3.2.2.3 Vigilancia tecnológica

En los sistemas productivos es conveniente la distinción entre las tecnologías de base, clave, de paso y las emergentes, entre otras. Shenhar y Adler (1999) plantean algunas diferencias entre ellas y señalan, además, la importancia de estas tecnologías del siguiente modo: (1) las *tecnologías de base* no ofrecen ninguna ventaja competitiva ya que todos los actores de la industria tienen igual acceso a ellas; (2) las *tecnologías claves* son indispensables para la generación de la ventaja competitiva, puesto que ofrecen la oportunidad para la diferenciación significativa de proceso y de producto; (3) las *tecnologías de paso* todavía no se han introducido en la industria, aunque poseen potencial comprobado para convertirse en tecnologías claves; por su parte, (4) las *tecnologías emergentes* están en el horizonte, aún no se han puesto a prueba, pero son potencialmente importantes; las tecnologías de paso y las emergentes son en extremo fundamentales, debido a que pueden llegar a ser más significativas en el plano estratégico.

⁵⁷ La gráfica presentada corresponde al estudio sobre los procesos involucrados en la innovación tecnológica de más de cuarenta empresas pequeñas y medianas, productoras de bebidas alcohólicas, alimentos, insumos agroindustriales, kits de diagnósticos para laboratorio clínico (Castellanos *et al.*, 2002b).

El trabajo sobre las tecnologías emergentes debe planearse con base en la estrategia de la unidad de negocios. El futuro exige tener en cuenta las necesidades de la tecnología a largo plazo (Gaynor, 1999a), para lo cual se requiere una buena información sobre lo que está sucediendo en cada área tecnológica, buscando que los responsables de las políticas y las empresas puedan tomar las mejores opciones sobre futuros proyectos de investigación o de adquisición de tecnología. El camino hacia la competitividad pasa por una combinación de transferencia de tecnologías externas y el fortalecimiento de una capacidad propia en investigación y desarrollo (Escorsa *et al.*, 2001). Y es a través de la vigilancia tecnológica que se pueden conocer esas tecnologías, tanto en las que se está trabajando (investigando, patentando, publicando) en una determinada área y determinar su comportamiento y dinamismo, como las tecnologías emergentes.

La vigilancia aparece como una de las funciones claves para la gestión de la tecnología por cuanto, para mantener en vanguardia la cartera tecnológica de una organización o un sector es esencial la detección de los cambios de tendencias y las nuevas tecnologías con la suficiente antelación para poder evaluarlas y prepararse, bien sea para su adopción y explotación o para entender las dinámicas del conocimiento en un área determinada (Cotec, 1999). Lo anterior implica que se debe inspeccionar permanentemente el cuerpo de conocimientos científicos existentes, mediante la vigilancia antes de emprender cualquier proyecto de innovación, con objeto de no duplicar esfuerzos, intentando “inventar la rueda”.

La vigilancia se proyecta sobre la toma de decisiones empresariales alertando sobre posibles amenazas y oportunidades, aportando nuevos elementos y enfoques, y reduciendo el riesgo (Palop y Vicente, 1999). Sin embargo, su concepto trata no solo con la identificación desde el punto tradicional de detección, sino que de acuerdo con los recursos de las empresas y su personal puede tener distintos alcances y significados como: (1) *vigilancia pasiva (scanning)*, cuya intención es descubrir información de interés para la empresa en diferentes fuentes de información; (2) *vigilancia activa (monitoring)*, búsqueda regular de información sobre actividades seleccionadas, para proveer un conocimiento actual, este tipo de vigilancia puede enfocarse a la búsqueda puntual de un determinado tema (*search*); y (3) *watching*, siendo el significado más general incluye tanto al *scanning* como al *monitoring*, e incorpora un trabajo de observación, análisis y difusión de la información. De esta manera, la vigilancia tecnológica implica un trabajo importante de análisis en términos de los avances en las distintas áreas tecnológicas, su difusión pertinente y el apoyo que este proceso ofrezca a la toma de decisiones estratégicas (Rodríguez, 2003; Liao, 2005).

a. *Conceptualización de vigilancia tecnológica.* La vigilancia es una función continua en el tiempo y muy ligada a los aspectos estratégicos. Definida por Palop y Vicente (1999), la vigilancia es el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad u amenaza para ella. Teniendo en cuenta estos aspectos, se puede definir la vigilancia tecnológica como la actividad de identificar las evoluciones y novedades de la tecnología, tanto en proceso como en producto, con el fin de determinar las oportunidades y amenazas, provenientes del entorno, que puedan incidir en el futuro de las variables tecnológicas en organización y sus procesos productivos.

La vigilancia tecnológica parte de las siguientes premisas para la identificación de tendencias tecnológicas: la primera determina que los resultados de la mayoría de las investigaciones en ciencia y tecnología se transmiten a través de un proceso de comunicación escrita (artículos de revistas, libros, memorias de congresos, patentes, etc.); por tanto, los trabajos publicados componen precisamente uno de los productos finales de esta actividad, convirtiéndose en uno de sus indicadores de resultado; la segunda premisa propone que los trabajos publicados se recopilen en forma abreviada en las bases de datos, por lo cual su consulta es un método adecuado para obtener información sobre las publicaciones en cualquier ámbito científico (Escorsa y Maspons, 2001; Morcillo, 2003). De ahí que el principal insumo del proceso de vigilancia sean bases de datos de artículos y patentes.

b. *Bases de datos.* Las bases de datos pueden definirse como el conjunto de textos, cifras, imágenes, o la combinación de todos ellos, organizados en unidades mínimas que son los registros, los cuales pueden ser leídos en medios informáticos y organizados según un programa que permita su localización y recuperación. El registro es la unidad básica de las bases de datos y proporciona información sobre diversos campos: el distribuidor de la base de datos, el título del artículo, los autores, el centro donde se realizaron los experimentos, el tipo de publicación, la lengua utilizada, los códigos de clasificación, el resumen del artículo, los descriptores, las palabras claves, etcétera.

Cada base de datos tiene su propio lenguaje de interrogación (o lenguaje de comandos), es decir, es la manera como el usuario debe buscar y acceder a la información deseada. Sin embargo, la mayor parte de los lenguajes de interrogación existentes se basan en la combinación lógica booleana (combinaciones generalmente en inglés de *and*, *or*, *not*, entre otros), lo que facilita su consulta.

- *Consulta de patentes.* Un número cada vez mayor de empresas hace uso de la información de patentes para conocer qué productos y sistemas están apareciendo en el sector. En algunas industrias (como la química) las patentes constituyen una poderosa ventaja competitiva y se requiere una evaluación de la posición relativa de la empresa respecto a las patentes (Shenhar y Adler, 1999), debido a que en general, las solicitudes de patentes publicadas se anticipan dos o tres años a la evolución del mercado, aunque en las áreas intensivas en conocimientos estos tiempos son cada vez menores. Se afirma que más del 80% del conocimiento técnico actual está contenido en la documentación de patentes, la cual se constituye en la información más actual con respecto a la innovación tecnológica, por cuanto cierra el primer ciclo de los procesos de investigación y desarrollo. Empero, aunque las patentes unen en sí un valor económico y un valor científico, estas están más relacionadas con un hecho económico que con un fenómeno orientado a ampliar el conocimiento, y tienen una especial proximidad con el desarrollo industrial, aunque no aportan información sobre el posible impacto de mercado de cualquier producto o tecnología (Guzmán y Sotolongo, 2000). El análisis de patentes es fundamental para el estudio de la dinámica de la tecnología, ya que da cuenta de lo que se está haciendo en un campo tecnológico de interés. Así mismo, permite, a través de su análisis estadístico, identificar patrones de comportamiento tecnológico, tecnologías emergentes, competencias medulares de los competidores y tendencias tecnológicas que pueden afectar la estrategia de la organización. Algunas de las principales bases de datos de patentes son: WPI (*World Patent Index*), USPTO (*United State Patent Office*), Espacenet (*European Patent Office*), EPAT (patentes europeas), Cibepat, entre otras.
- *Consulta de artículos.* Los artículos científicos tienen la ventaja de que algunas veces son publicados primero que las patentes; sin embargo, no necesariamente llevan dentro de sí información tecnológica relevante, por cuanto se centran en la divulgación de conocimiento generado, que posteriormente podrá ser utilizado en una innovación patentable. Aunque las ventajas de usar artículos en el desarrollo empresarial son menores frente a las patentes, se pueden citar algunas de ellas: la capacidad de identificar investigadores en un área o rama de la ciencia y establecer encadenamientos de científicos que trabajen en un tema en particular. A su vez la consulta de artículos puede ser más atractivo para la generación de ideas en escenarios de desarrollo de las ciencias básicas aplicadas, como universidades, centros de investigaciones, etc. Existen numerosas bases de artículos técnicos, como *Science Citation Index* (SCI, ciencias exactas), *Chemical Abstracts* (química), Medline (medicina), Compendex (ingenie-

ría), Inspec (electricidad y electrónica), Biosis (ciencias de la vida), ABI-Inform (gestión empresarial), *Social Science Citation Index* (SSCI, ciencias sociales), entre otras.

c. *Cienciometría*. Al aplicar técnicas de cienciometría se puede obtener conocimiento a partir de artículos y patentes principalmente, a través de la determinación de indicadores. La cienciometría desarrolla instrumentos orientados al análisis cuantitativo de la actividad científica y técnica, dedicándose al estudio de los documentos redactados por los investigadores y los técnicos (Escorsa y Maspons, 2001). La cienciometría intenta identificar las leyes que rigen la actividad científica y su objetivo general consiste en analizar elevados volúmenes de información (que es imposible leer con detalle), procedentes de bases de datos, a partir de la selección de indicadores bibliográficos (autores de artículos, citas que aparecen en la bibliografía de cada artículo, palabras contenidas en los títulos de los artículos o en los resúmenes - *abstracts*), que se someten a un tratamiento estadístico para que, a través de su recuento o cómputo, se determine la esencia de los documentos revisados.

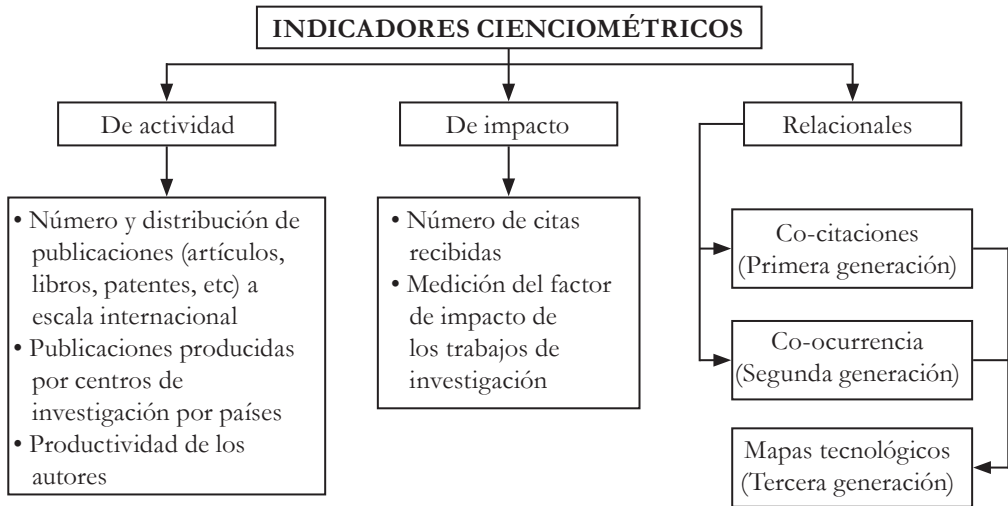
Los indicadores bibliográficos de mayor uso en la cienciometría se muestran en la Figura 3-13. De acuerdo con Escorsa y Maspons (2001) y la Organización Mundial de Propiedad Intelectual – OMPI (2002), cada una de estas clases se caracterizan por:

- *Indicadores de actividad*: analizan el número y distribución de los documentos obtenidos, la productividad científica y tecnológica por países, instituciones e investigadores.
- *Indicadores de impacto*: el impacto que tienen las publicaciones a nivel mundial (ejemplo: número de citas).
- *Indicadores relacionales de primera generación*: establecen la interacción entre empresas, instituciones y organismos públicos de investigación, al revisar las citas de artículos científicos en patentes.
- *Indicadores relacionales de segunda generación*: el análisis de coocurrencia o *co-word* es el más conocido y analiza la aparición conjunta de dos o más palabras en varias publicaciones. Permiten identificar áreas de investigación, la relación entre las temáticas y su transformación en el tiempo (análisis dinámico). El análisis de cocitaciones⁵⁸ es una de las medidas

58 El análisis de las cocitaciones detecta la aparición simultánea de dos citas que se repiten en gran número de artículos. Si un artículo de un autor A y otro de un autor B son citados conjuntamente por un autor C, se está ante un ejemplo de cocitación (Escorsa y Maspons, 2001)

más populares de la contribución de un autor o revista cuando se desea evaluar el estado del arte de la investigación en un campo científico o técnico, consistente en generar una matriz de coocurrencias en los campos de citación, palabras claves o autor.

FIGURA 3-13. INDICADORES CIENCIOMÉTRICOS

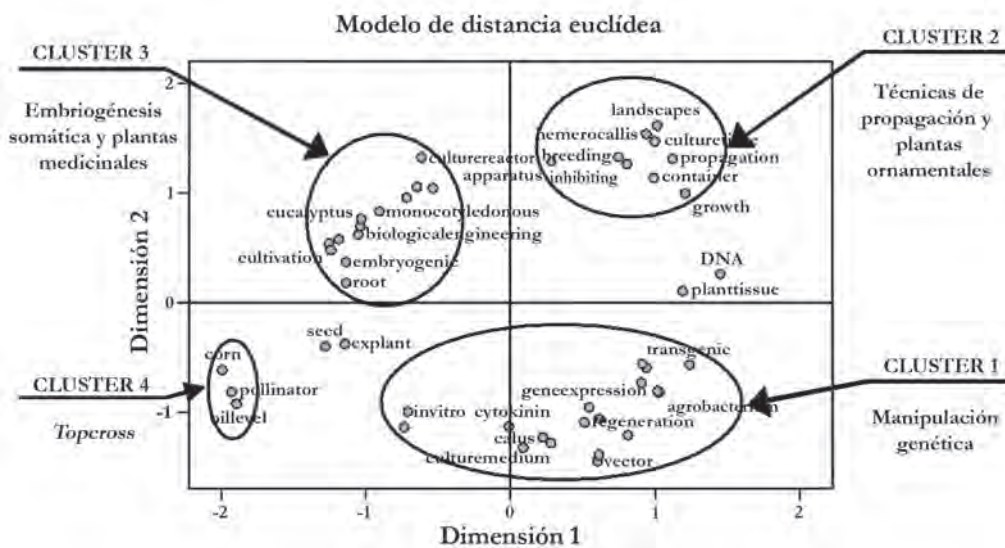


Fuente: adaptado de Escorsa y Maspons (2001) y OMPI (2002)

— *Indicadores relacionales de tercera generación*: son representaciones visuales del estado del desarrollo tecnológico y científico en un área determinada. En los ejercicios de vigilancia se requiere experticia tanto en el área de desarrollo tecnológico analizado como en las técnicas y programas informáticos para el procesamiento de información, y en la mayoría de casos este conocimiento se concentra en diferentes especialistas, convirtiendo los procesos de vigilancia en escenarios multidisciplinares, por lo cual es fundamental contar con adecuadas herramientas de representación de los resultados para su entendimiento y comunicación. Una de estas herramientas es el *mapa tecnológico*, el cual es una representación gráfica, resultante del procesamiento y análisis de la información mediante el empleo de principios estadísticos formulados en paquetes de *software* especializados (por ejemplo, la Figura 3-14). Partiendo de los indicadores relacionales de coocitación y concurrencia, es posible, mediante un algoritmo de agrupamiento, reducir el espacio de la información mediante mapas, ubicando en ellos *clusters* de los autores, revistas o palabras más frecuentes (Ibekwe-SanJuan, 2005). A partir de esta información es posible identificar, verbigracia, redes de conocimiento.

Mediante el cálculo de estos indicadores se puede determinar, por ejemplo (Vargas y Castellanos, 2005): (1) el crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número publicado de trabajos relacionados con la temática analizada; (2) el envejecimiento de los campos científicos; (3) la colaboración entre los científicos o instituciones, medida por el número de autores por trabajo o centros de investigación que colaboran; (4) el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional, establecido por el número de citas que reciben dichas publicaciones por parte de trabajos posteriores; (5) las trayectorias tecnológicas seguidas por empresas o países en un período determinado, de acuerdo con su actividad patentadora o en publicaciones.

FIGURA 3-14. IDENTIFICACIÓN DE CLUSTERS⁵⁹ EN UN MAPA TECNOLÓGICO BASADO EN PATENTES



Fuente: Castellanos *et al.* (2005a)

59 El estudio fue realizado para determinar en qué área de la investigación se está dirigiendo el desarrollo tecnológico en la producción de plantas *in vitro*. Se concluyó que el *cluster 1* correspondía a una tecnología emergente, cuyo desarrollo se reflejó en el gran número de patentes existentes en esa área; sin embargo, las inversiones requeridas para desarrollar investigaciones en este campo son altas. Por el contrario, los *clusters 2* y *3* representaron áreas emergentes. El *cluster 4* se conformó por áreas tecnológicas de patentes pertenecientes únicamente a dos empresas.

d. *El ciclo de la vigilancia tecnológica.* Por tratarse de un ejercicio sistemático, la vigilancia tecnológica se desarrolla en ciclo. Autores como Ashton y Klavans (1997), Rodríguez (1999) y Vargas y Castellanos (2005), entre otros, han formulado modelos de vigilancia que pueden ser resumidos en cuatro grandes fases (Tabla 3-5). El esquema que representa el ciclo de la vigilancia tecnológica muestra que el proceso requiere la adquisición de información tanto del interior de la organización que lo aplica como del entorno, para proyectarla de manera tal que permita sustentar adecuadamente la toma de decisiones. Cada fase del ciclo, a su vez, contiene procesos, tareas, elementos, consideraciones y características que llevan a que su ejecución se realice de manera adecuada.

TABLA 3-5. DIFERENTES ETAPAS DE LOS PROCESOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Fases del ciclo de VT	Modelo de Ashton y Klavans (1997)	Modelo de Rodríguez (1999)	Modelo de Vargas y Castellanos (2005)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> FASE I Planeación e identificación de necesidades </div>	Determinación de Necesidades, Planeación de actividades	Planeación	Planeación de actividades, fuentes y métodos
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> FASE II Identificación, Búsqueda y captación de información </div>	Recolección de fuentes de información	Selección de las fuentes de información y acopio	Preparación de la búsqueda Búsqueda en bases de datos
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> FASE III Organización, Depuración y Análisis de la información </div>	Análisis de datos	Análisis de la información	Depuración y convalidación de registros Procesamiento de registros Análisis e interpretación de los resultados
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> FASE IV Procesos de Comunicación y Toma de decisiones /Uso de resultados </div>	Entrega de información Evaluación de los resultados Uso de los resultados	Difusión de resultados Procesos de decisión Acciones	Diseño de estrategias Impactos

Entre los modelos mencionados anteriormente cabe destacar que el de Ashton y Klavans (1997) se fundamenta en un proceso de retroalimentación continua, retomando cada nueva necesidad que la organización identifique. Por su parte, Rodríguez (1999) presenta un modelo que evoluciona desde la necesidad emergente hasta la generación de conocimiento, haciendo énfasis en la difusión de resultados con claridad, pertinencia y atractivo para quienes pueden verse beneficiados. Finalmente, Vargas y Castellanos (2005) plantean un proceso de vigilancia tecnológica centrado en el análisis de fuentes documentales –como las bases de datos– donde el diseño de estrategias conduce a generar impactos en distintas áreas.

Como puede suceder en el empleo de diferentes herramientas de la gestión tecnológica, posterior a la definición estratégica de vigilar el desarrollo tecnológico en la organización productiva, algunos autores plantean la necesidad de formalizar una estructura organizacional propia, en este caso: unidad de vigilancia y cienciometría, la cual debe asumir esta función con responsabilidad permanente. Recientemente, en el entorno latinoamericano, se reportó la creación y evolución de una de las primeras unidades de vigilancia tecnológica estratégica, como instrumento generador de oportunidades en innovación en la tecnología energética, con el fin de prestar servicios de alerta constante, analizando información procedente de Internet, bases de patentes, ferias, proyectos corporativos con universidades, etc. (Valton, 2005). Se evaluó el impacto positivo que esta unidad ha producido en la estrategia corporativa en los últimos años.

En el contexto colombiano, Colciencias ha liderado desde hace algunos años la inserción de la vigilancia y la cultura de la cienciometría, adquiriendo para ello herramientas de *software* como Tetralogic®, Matheo® y Gold Fire®. El auge de la vigilancia ha generado incluso la creación de una estructura propia dentro de este instituto para la promoción, capacitación y aplicación de sus principios, procedimientos y herramientas a los diferentes entornos en los cuales se genera el desarrollo científico y tecnológico en el país. Sin embargo, debe mencionarse que la efectividad en el manejo de estas unidades de vigilancia depende en gran medida de la evaluación permanente de su pertinencia, viabilidad económica, requerimientos cognitivos y rigurosidad en la implementación de la vigilancia, aspectos que en el contexto de economías emergentes, como es el caso de los países de la región, generalmente no se han analizado suficientemente.

e. Enfoques de la vigilancia tecnológica. La vigilancia tecnológica es resultado de una constante evolución en diferentes países, donde se han desarrollado distintas escuelas (cada una con enfoques particulares). A continuación se

presentan algunos enfoques de la vigilancia tecnológica más representativos de Europa, así como en Estados Unidos y algunos casos de América Latina (Tabla 3-6).

TABLA 3-6. DESARROLLO DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN ALGUNOS PAÍSES

País	Características	Autores
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> - En este país la Inteligencia Competitiva se ha relacionado con metodos de Vigilancia Tecnológica. - Los antecedentes de la Inteligencia Competitiva se remontan a lo años 60 por la necesidad de monitoreo del ambiente. - En 1986 se crea un programa especial del estado para el desarrollo profesional de la Inteligencia Competitiva - SCIP. - Actualmente está enfocada a desarrollar la competitividad a partir de la explotación de información científica y técnica. - Identificación de agentes de cambio con herramientas como el <i>roadmapping</i> 	Ashton y Klavans (1997) Meadows (1999)
Francia	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollos iniciales a finales de los 80 y principios de los 90. - Enfoque hacia la búsqueda de información que se pueda extraer de la competencia. - Uso de técnicas estadísticas para análisis de bases de datos y análisis semántico de textos. - Desarrollo de software especializado para el análisis y representación de grandes volúmenes de información 	Jakobiak (1992) Lesca (1994) Martinet y Marti (1995)
España	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptación de modelos exógenos, como el francés, a partir del trabajo de Lesca, principalmente. - Trabajo sobre la evolución del concepto de vigilancia tecnológica para generar ventajas competitivas en las organizaciones. - Desarrollos del concepto de Inteligencia en escenarios como el tecnológico y económico 	Tena (1992) Cornella (2000) Palop y Vicente (1999) Escorsa y Maspons (2001) CETISME (2002)
España	<ul style="list-style-type: none"> - Solución a problemas organizacionales puntuales a través de la vigilancia tecnológica - Aplicación del modelo TRIZ al desarrollo de las actividades de vigilancia tecnológica 	Tena (1992) Cornella (2000) Palop y Vicente (1999) Escorsa y Maspons (2001) CETISME (2002)

País	Características	Autores
Cuba	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque hacia el desarrollo de sistemas propios de inteligencia y/o de vigilancia tecnológica articulado a la estrategia y la cultura corporativa. - Investigación en gestión de información - Articulación de las funciones de los sistemas de inteligencia empresarial, competitiva y de marketing - Aproximaciones al aprendizaje organizacional a través de la vigilancia tecnológica 	<p>León, González y Díaz (2004) Echavarría (2004) Rocha y Pardo (2004)</p>
México	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque epistemológico y metodológico proveniente de países como Estados Unidos, Francia y España. - Búsqueda de mecanismos de cooperación en torno a la innovación, incorporación de modelos de inteligencia competitiva en organizaciones, principalmente aquellas relacionadas con ciencia y tecnología 	<p>Rodríguez (2003) López (2001) Huerta (2003) Mier (2003)</p>
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - No existe una corriente propia en el tema. Comunidad crítica en formación a nivel académico, empresarial e institucional. - Iniciativas institucionales en Colciencias y Cámara de Comercio de Bogotá. A nivel académico se destaca la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional. 	<p>Vargas y Castellanos (2005)</p>

3.2.2.4 Prospectiva tecnológica

A pesar de la existencia de distintas corrientes dentro de los estudios de futuro, los seguidores y especialistas en el tema comparten una opinión: estos permiten construir el futuro sabiendo que existe un abanico muy amplio de opciones posibles y que las acciones que deben ser emprendidas para lograr una de ellas dependen de un esfuerzo común fruto de una visión compartida, de unos anhelos y ambiciones que convierten dicho futuro en un objetivo. Por ello, los estudios de futuro se convierten en bienestar social cuando se aplican a problemas de interés general y contribuyen notablemente a disminuir la desemejanza entre las aspiraciones y las acciones emprendidas por los actores (Medina, 2000).

Los estudios de futuro conforman una disciplina que se creó a partir de la necesidad del hombre de visualizar el futuro a largo plazo. Estos constituyen

una serie de técnicas y teorías que aplican métodos econométricos (matemáticos y estadísticos) tales como proyecciones y extrapolaciones, así como aspectos humanísticos y sociales insertos en pronósticos y visiones de futuros deseables, apoyados en conocimientos de todas las ciencias, con el fin de generar imágenes de una multiplicidad de futuros que permitan planificar acciones dentro del contexto al que se apliquen y encaminarlas hacia un porvenir conveniente. Debe aclararse que esta disciplina está evolucionando constantemente, buscando articular cada vez más eficientemente los datos cualitativos y cuantitativos (Onudi, 2000), con el fin de mejorar los resultados obtenidos. Para estudiar el futuro existen por lo menos cinco grandes enfoques (Miklos y Tello, 2001):

- *Proyecciones*: parten de la continuidad de las tendencias para generar una imagen del futuro, toman datos o eventos del pasado y el presente, y a través de métodos matemáticos, estadísticos y cualitativos determinan cuál será el futuro.
- *Predicciones*: presentan enunciados especulativos que pretenden ser pertinentes sobre lo que va a suceder.
- *Previsión*: buscatomar acciones en el presente para resolver anticipadamente problemas que pudieran surgir en el futuro inmediato.
- *Pronósticos*: representan juicios razonados, generalmente apoyados en métodos determinísticos, sobre una temática específica que se toma como base.
- *Prospectiva*: construye el futuro a partir de la realidad en función de la selección de aquellos acontecimientos que se han diseñado y calificado como posibles o deseables.

Los enfoques anteriores para acceder al futuro parten del presente y del pasado. En contraste, la prospectiva parte del futuro. Cada una de estas corrientes de los estudios de futuro, se valen de herramientas diseñadas con el fin de realizar análisis cualitativos y cuantitativos que se ajusten al sistema de estudio, la información y tiempo disponibles, así como al tipo de resultados que se busca obtener.

Godet (2000) plantea, al abordar los impactos de la prospectiva en las organizaciones, la necesidad de acotar las diferencias y relaciones entre la planeación, la prospectiva y la estrategia, que en todo caso no se pueden llevar

a nivel de sinónimos. En este sentido, el mencionado autor propone tomar la planificación como un proceso formal que interpreta las intenciones explícitas e integra la cultura y la identidad de la organización a las acciones planeadas. La estrategia condiciona la gestión pero también supone unos objetivos y unas tácticas asociadas. En este contexto Roubetat (1996) sostiene que unas ideas y procesos prospectivos, por su amplitud en la visualización de futuros, podrán ser estratégicas y otras no.

a. Conceptos fundamentales de la prospectiva tecnológica. Dentro de los estudios de futuro, la prospectiva es una de las corrientes más difundidas a nivel latinoamericano y, en general, a nivel mundial. Fundamentalmente se diferencia de las demás corrientes en que, como se mencionó, parte del futuro y enfoca las acciones presentes hacia él, teniendo en cuenta las posibilidades o limitaciones que brinda la evolución pasada para alcanzar un futuro deseado. No se trata solamente de un ejercicio de visualización, solo puede denominarse prospectiva si este proceso se inserta dentro de una toma de decisiones que implique imaginación, voluntad y compromiso de los ejecutores. La prospectiva es una metodología que pretende incentivar una forma de actuar proactiva y no preventiva, razonada y sustentada sobre bases sólidas de conocimiento de cómo y cuál puede ser el futuro (Martín, 2000).

La prospectiva tecnológica ha sido ampliamente definida; al revisar conceptos como los propuestos por Escorsa *et al.* (2001), Cotec (1999) y Martín (2000), puede afirmarse que está constituida por un conjunto de análisis y estudios encaminados a explorar o predecir, con cierto nivel de confianza, posibles estados futuros de la tecnología y su influencia en la organización, de tal manera que ayude a comprender mejor cuáles son las fuerzas que pueden modelar el futuro a largo plazo. Para Martín (2000), paralela a esta clase de prospectiva puede existir otra, a la cual él designa como científica, que estaría relacionada con aquellos nuevos descubrimientos, invenciones o desarrollos relacionados directamente con la ciencia y que, en contraposición con la anterior, no tendría nada que ver con las aplicaciones inmediatas tanto en el campo industrial como en cualquier otro segmento de la sociedad.

b. El modelo prospectivo. Los procesos prospectivos tienden hacia el diseño de un escenario⁶⁰ probable y de varios alternos, lo cual supone conocer

60 Un escenario es una imagen del futuro de carácter conjetural que supone una descripción de lo que pasaría si llegase a ocurrir, e involucra algunas veces la precisión de los estadios previos que se habrían recorrido, desde el presente hasta el horizonte de tiempo que se ha elegido.

las variables que los integran, siendo indispensable realizar una fase previa para la identificación de las mismas. Así mismo, debido a que este diseño tiene como propósito elegir el más útil y provechoso, la etapa siguiente será la determinación de estrategias encaminadas a alcanzarlo (Mojica, 1999b).

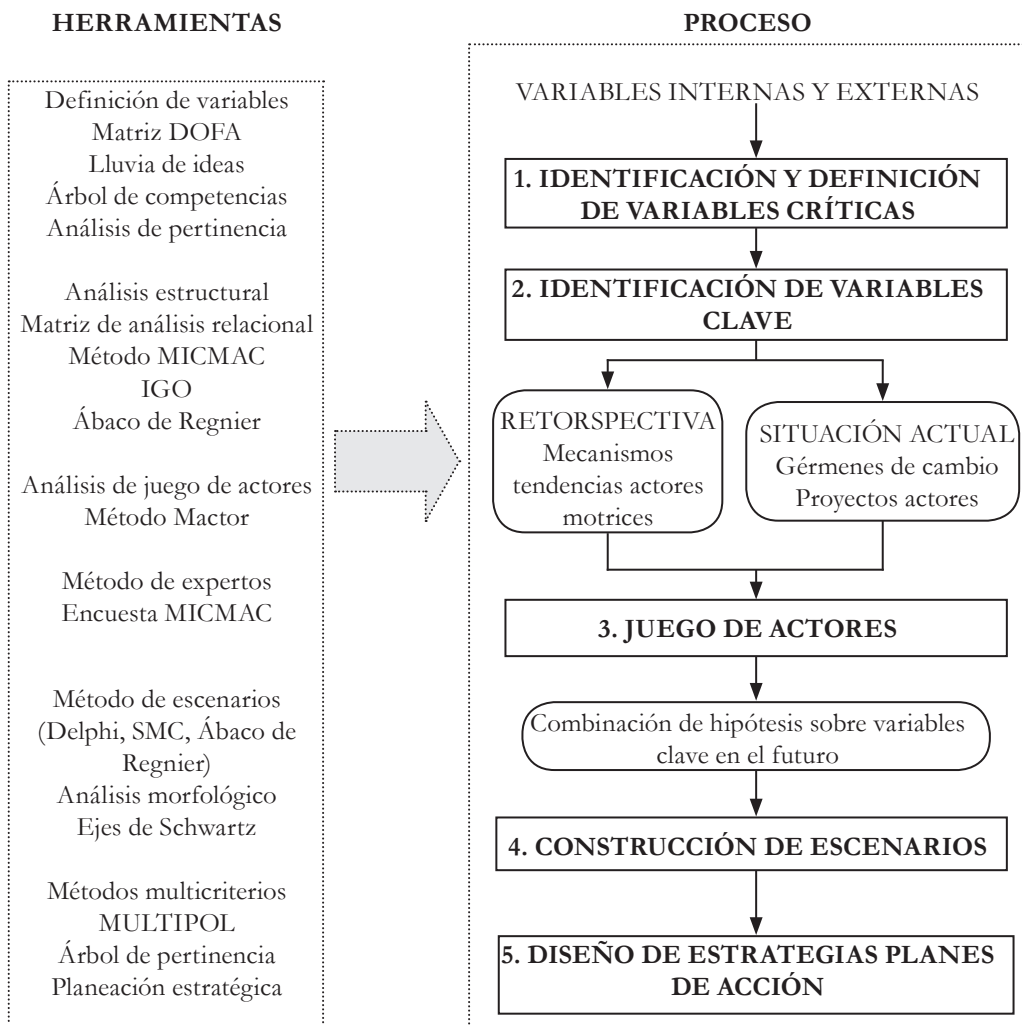
En la Figura 3-15 se presenta un esquema de la metodología genérica para realizar un estudio prospectivo. El eje fundamental de este parte del conocimiento de las variables internas y externas al sistema prospectado, llegando a la generación de estrategias. En la ejecución de las etapas que componen dicho proceso, que no necesariamente se deben seguir en ese orden de manera lineal, pueden ser utilizados diferentes instrumentos metodológicos, que van desde los cualitativos y subjetivos, como las lluvias de ideas y grupos focos, hasta los cuantitativos, representados en la utilización de métodos de cálculo bayesiano, series de tiempo, dinámica de sistemas, etc. La selección de las etapas del proceso, su diseño, así como los instrumentos metodológicos deben depender principalmente de la especificidad del sistema analizado y de los recursos disponibles.

La prospectiva tecnológica no propone una única solución o un único escenario futuro. En una prospectiva tecnológica realista han de estar presentes varias posibles soluciones, hasta quizás quedar reducida a una única, según vaya avanzando el tiempo. Algunos de estos escenarios posibles pueden ser una opción no deseable y, consecuentemente, tomarse todas las medidas posibles para que no llegue a ser una realidad en el futuro (Martín, 2000).

La comparación de las consecuencias de cada uno de los diferentes escenarios probables y alternos permite determinar lo que sería más conveniente. La imagen de futuro que se elija para ser alcanzada por la organización es llamada escenario apuesta o deseado, el cual generalmente presenta rupturas con respecto al escenario probable y debe ser el mejor de todos los escenarios explorados. La riqueza de un ejercicio prospectivo reside en la detección y diseño de los escenarios alternos, ya que el escenario probable indica hacia dónde se va, pero no es necesariamente la dirección hacia donde se quiere ir; en cambio, los escenarios alternos señalan que existen otros rumbos y caminos, cuyo análisis permite escoger el mejor⁶¹. De esta manera, el diseño

61 La prospectiva por escenarios ha permitido potencializar de manera operativa y estratégica la planeación por escenarios para tratar de resolver los cambios tecnológicos, políticos, demográficos y de otro tipo en diversos mercados (Schoemaker y Mavaddat, 2001). Los escenarios en la estrategia se han utilizado notoriamente desde la década de lo setenta del siglo pasado y enfrentan tres desafíos que son inherentes al desarrollo tecnológico actual: *incertidumbre, complejidad y cambio de paradigma*.

FIGURA 3-15. ETAPAS DEL PROCESO PROSPECTIVO Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS



Fuente: adaptado de Pavón e Hidalgo (1999) y Godet (2000)

de los escenarios obtiene la función de un instrumento para tomar decisiones y no para adivinar lo que podría acontecer, como erróneamente se suele creer (Mojica, 1999a).

La prospectiva tecnológica ha encontrado cada vez mayor aplicación en diversos ámbitos del desarrollo industrial. Por ello, así como se propone en este libro en el sistema de inteligencia, algunos autores también la han relacionado con

otras herramientas de la gestión tecnológica. Por ejemplo, recientemente en la empresa brasilera de petróleos, Petrobrás, se realizó un interesante ejercicio, en el cual se buscó analizar las perspectivas de las diferentes fuentes de energías: eólica, gas, termoeléctrica, renovables, y su relación con el medio ambiente y el desarrollo sustentable (Ludovico de Almeida y Pereira, 2005). Con este objetivo se planteó la prospectiva por escenarios, utilizando la técnica Delphi articulada con *technology roadmapping*. De igual forma, el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENAI, del Brasil ha propuesto un modelo de prospectiva para el análisis de tecnologías emergentes en el sector petroquímico, el cual involucra prospectiva tecnológica, prospectiva organizacional, análisis de ocupaciones emergentes, análisis de tendencias ocupacionales, estudios comparativos en educación profesional y un observatorio de tendencias ocupacionales. La propuesta de generar estos observatorios se plantea a tres niveles: ocupacional, tecnológico y educacional (Valerio y Urban, 2005).

En Colombia la prospectiva se ha venido posicionando hace más de una década, encontrándose aplicaciones en el contexto social y de desarrollo regional. En el ámbito tecnológico, casos sobresalientes de aplicación de esta herramienta de gestión tecnológica son muy pocos. Por ejemplo, en un trabajo conjunto entre la Universidad del Atlántico y el Centro de Innovación del Caribe se realizó un estudio prospectivo del sector metalmeccánico, el cual tomó como base metodológica el esquema planteado en la Figura 3-15, llamando la atención que el diagnóstico tecnológico y el análisis de variables claves del sistema fueron elaborados con el apoyo de un ejercicio de vigilancia tecnológica, evaluando principalmente cuatro tipos de tendencias en: (1) medio ambiente como factor de competitividad; (2) globalización de la economía; (3) desarrollo económico y de mercado; y (4) dinámicas tecnológicas (Amar *et al.*, 2005).

El interés por la prospectiva como instrumento para el desarrollo tecnológico es creciente y, como antes se mencionó, para un adecuado impacto viene articulado con el uso de otras herramientas de gestión. Así lo demostraron una vez más los últimos estudios que fueron publicados sobre los casos exitosos de prospectiva tecnológica en Colombia (Universidad Externado, 2006), entre los cuales se encontraban: (1) el de los empaques flexibles y semirrígidos; (2) prospectiva tecnológica e industrial para el desarrollo de la cadena láctea, y (3) el análisis prospectivo de la biotecnología en Colombia. Estos ejercicios, que buscaron crear la cultura del proceso prospectivo, fueron realizados con el apoyo del Instituto Colombiano para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología – Colciencias, y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y se ejecutaron de manera articulada entre universidades, centros de desarrollo tecnológico,

gremios y empresas, permitiendo rescatar uno de los principales valores agregados de la prospectiva como lo es el generar construcción colectiva y visiones compartidas de futuro entre los diferentes actores del sistema productivo.

3.2.3 Componente ii: generación de conocimiento

Como se observa en la Figura 3-5, este componente es esencial para el sistema de inteligencia tecnológica, por cuanto la valoración de la importancia del conocimiento ha hecho que las empresas se ocupen ahora, con renovado interés, de cómo crearlo, emplearlo, compartirlo o utilizarlo de manera más eficiente. El sistema de inteligencia tecnológica parte de la definición de objetivos y problemáticas de la empresa, permitiendo la identificación de fuentes de información para la adecuada implementación de las herramientas, las cuales interpretan y analizan la información disponible generando finalmente conocimiento estructurado que debe ser difundido dentro de la organización para su posterior convalidación y ajuste. Este es un proceso continuo, integrador y dinámico de gestión de la variable tecnológica, que permitirá la definición de estrategias y el aprendizaje continuo.

A mediados de los años noventa se comienza a hablar de la *sociedad del conocimiento*⁶² como una alternativa nacida de la academia para solventar una discusión dirigida en torno a que la información –en algunos casos– es considerada como insumo para generar conocimiento, y que es en este donde radican las verdaderas ventajas competitivas (Aznar *et al.*, 2005). Autores como Machintosh (1997) sugieren en este sentido que una sociedad del conocimiento tiene la capacidad para generar, apropiar y utilizar el conocimiento que permite atender las necesidades de su desarrollo y así construir su propio futuro, convirtiendo la creación y transferencia del conocimiento en herramienta de la sociedad para su propio beneficio. Otros autores como Castells (2002)⁶³ afirman que implica una sociedad en la que las condiciones de generación de conocimiento y procesamiento de información han sido sustancialmente alteradas por una revolución tecnológica centrada en las tecnologías de la información.

62 Posee variaciones terminológicas que han suscitado discusiones alrededor del conocer y el saber –ambos en inglés se traducen como *knowledge*– sin llegar a una puesta en común. La noción de saberes implica certitudes más precisas o prácticas, mientras que el conocimiento abarca una comprensión más global o analítica.

63 Yves Courrier (s.f.), refiriéndose a Castells, diferencia los dos términos de esta forma: “sociedad de la información” pone el énfasis en el contenido del trabajo (el proceso de captar, procesar y comunicar las informaciones necesarias), y “sociedad del conocimiento” en los agentes económicos, que deben poseer cualificaciones superiores para el ejercicio de su trabajo.

3.2.3.1 Del dato al conocimiento

Un acercamiento inicial al conocimiento ocurre en el proceso que comienza con una serie de *datos* que, organizados de manera lógica, se denominan *información*, y que, puestos bajo un contexto, experimentan procesos de asimilación y comprensión por parte de todos o cada uno de los individuos del sistema, generando así *conocimiento* (Galtieri y Mantiñan, 2001). En este contexto, el capital humano de las organizaciones es donde reside el conocimiento de las mismas y, por tanto, es el responsable de la competitividad que ellas puedan alcanzar.

Aunque conceptos como dato, información y conocimiento parezcan evidentes, muchas organizaciones no logran assimilarlos de manera idónea, al punto de realizar inversiones considerables en iniciativas y sistemas tecnológicos que pocas veces reeditúan en el nivel esperado. Por ello, es esencial reiterar que estos conceptos no deben confundirse, es decir, que no son intercambiables, si bien se requiere de los datos y la información para generar conocimiento (Davenport y Prusack, 2001; Castellanos y Martínez, 2003), como se ilustró en la primera parte del presente capítulo (Figuras 3-1 y 3-2).

a. El dato. Un dato es un conjunto discreto de factores objetivos sobre un hecho real. Un dato no dice nada sobre el porqué de las cosas, y por sí mismo tiene poca o ninguna relevancia o propósito. Describe únicamente una parte de lo que pasa en la realidad y no proporciona juicios de valor o interpretaciones y, por tanto, no es pertinente usarlo para definir acciones (Galtieri y Mantiñan, 2001). Por su parte, las organizaciones necesitan de una buena gestión de los datos para controlar los efectos de interpretación, validez, pertinencia y relevancia. Por ende, las empresas se apoyan en herramientas informáticas, como el *software* especializado, que les permiten tener control y orden adecuados con la finalidad de generar información (los registros de transacciones son un buen ejemplo de los datos dentro de las organizaciones).

b. La información. Originalmente la palabra informar poseía el significado filosófico de “dar forma sustancial (a una cosa)”. En este sentido, la información⁶⁴ está destinada a formar, a modificar a la persona que la obtiene, a influir sobre su punto de vista. Es el receptor y no el emisor quien define si el mensaje que

64 De acuerdo con la Real Academia de la Lengua, la información (del latín *informatio*, -ōnis) se define como la comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada.

recibe es verdaderamente información. En el momento en que es utilizada y puesta en el contexto o marco de referencia de una o varias personas, junto con sus percepciones, la información se transforma en conocimiento (Vargas y Castellanos, 2005).

La información, a diferencia del dato, tiene un significado que se le ha agregado a través de diferentes procesos, adquiriendo una importancia, un propósito y una forma determinadas. Tales procesos son los siguientes (Blanco, 2002):

- *Captación*. Implica asimilar el dato primario, que debe reflejar un hecho real. Se representa por medio de símbolos de un lenguaje previamente determinado.
- *Asimilación*. Es similar a la captación, pero se produce cuando el dato se obtiene de una base de datos u otra fuente.
- *Transmisión*. Envío de datos a los lugares donde se utilizará.
- *Almacenamiento*. Conservación del dato en archivos o bases de datos de diferentes tipos.
- *Asociación*. Relación de un dato con otro para conferirle más capacidad informativa.
- *Cálculo*. Operaciones matemáticas que se realizan sobre los datos para conferirles más valor informativo. Implican operaciones lógicas y matemáticas, clasificación u ordenamiento.
- *Consulta*. Búsqueda en los archivos o base de datos, con arreglo a un determinado criterio, para poder utilizar los datos almacenados en la solución de un problema.
- *Distribución*. Entrega de la información procesada.

Los datos expresan sólo una parte de la realidad, pero en sí mismo ninguno de ellos es la realidad; además esta puede registrarse de múltiples maneras (Cabrera, 2003). Basarse únicamente en la información como tal para la toma de decisiones puede ser contraproducente si se ignoran aspectos como su procedencia, contexto y validez. Por otra parte, la informática ha logrado maximizar el tratamiento, análisis y comprensión tanto de los datos como de

la información, prestando una infraestructura adecuada para que todos los individuos de la organización cuenten con este tipo de apoyos en el momento en que los necesiten. Sin embargo, se debe resaltar que en ningún momento los medios a través de los cuales la información es transmitida, se convierten en la información misma, aunque el medio puede afectar notablemente la intención, esencia y demás atributos de la información.

c. *El conocimiento.* Sanguino (2003) presenta una definición amplia del conocimiento relacionada con términos como idea, noción, noticia, ciencia, práctica de vida, experiencia, discernimiento, criterio, apreciación, conciencia de sí mismo, acuerdo. El conocimiento es considerado por este autor como el atributo general que tienen los seres vivos de regir activamente el mundo circundante, en la medida de su organización biológica y en el sentido de su supervivencia. En una corriente muy diferente, autores como Ponjuán *et al.* (2002) estructuran el conocimiento a partir de su utilidad, señalando este que ha sido enfocado durante muchos siglos en relación con el desarrollo intelectual de las personas. No obstante, actualmente sufre una transformación en su naturaleza y comienza a considerarse como un valor estratégico y un recurso por excelencia para la gestión y el desarrollo tecnológico de cualquier organización; es decir, se conceptualiza como un medio para obtener resultados.⁶⁵ En las empresas el conocimiento no solo se encuentra dentro de documentos o almacenes de datos, sino que también está en rutinas organizativas, procesos, prácticas y normas. Finalmente, autores como Harris (citado por García, 2004) lo definen de la siguiente manera: «*cuando la información es utilizada y puesta en el contexto o marco de referencia de una persona, se transforma en conocimiento, el cual emerge de la combinación de información, contexto y experiencia*».

Como todo elemento conceptual, el conocimiento posee características que le otorgan sus propiedades y fundamento. De acuerdo con Sánchez (2001), algunas de ellas son:

- El conocimiento no se deteriora con su utilización sino que se enriquece, lo que hace posible que fluya en todas las direcciones.
- Cuanto más conocimiento se acumula, mayores son sus posibilidades de utilización.

⁶⁵ Esta visión excluye generalmente reflexiones filosóficas sobre qué cosa es el conocimiento, su interés fundamental estriba en cómo procesarlo y utilizarlo, es decir, en su valor instrumental.

- Es difícilmente divisible y está incorporado fundamentalmente a las personas; esto implica que cuando un individuo deja la organización, los conocimientos adquiridos pueden irse con él, lo cual a su vez puede convertirse en un factor de competitividad para la competencia.
- Puede ser adquirido por las personas utilizando medios estructurados como documentos y libros, o a través de contactos persona a persona.

3.2.3.2 La creación y generación del conocimiento⁶⁶

De una u otra forma, en todas las organizaciones se crea, genera y usa conocimiento en mayor o menor medida. Los individuos, por su parte, adquieren información, la convierten en conocimiento. La forma en que lo hacen ha sido objeto de estudio por parte de muchos autores, entre los que resaltan Hedlund (1994), Nonaka y Takeuchi (1995), Sánchez (2001) y Bueno (2002), quienes han formulado modelos encaminados a determinar cómo las organizaciones pueden aprovechar al máximo el conocimiento de cada persona en la organización (en todos los niveles) y ponerlo a disposición de los demás, en un proceso de aprendizaje continuo.

Los primeros indicios sobre el estudio de la creación del conocimiento datan de Polanyi en los años sesenta, quien hace la distinción entre dos tipos de conocimiento: explícito e implícito (tácito), indicando que gran parte del conocimiento humano es de este último tipo, considerando que su origen se inicia en la intuición (Lam, 2002). Sin embargo, sólo hasta la década de los años noventa y de manera análoga al surgimiento de la sociedad de la información y del conocimiento, el tema retomó su vigencia en la literatura y fue desarrollado de manera amplia.

En 1995 Nonaka y Takeuchi propusieron un modelo de aprendizaje orientado a la creación de nuevos productos o procesos (Figura 3-16). Para Suné (2004), este modelo pretende extraer con la máxima eficiencia posible, el conocimiento retenido en los individuos o en la estructura de la organización, para conseguir una mayor tasa de innovación empresarial. Dado que el conocimiento tácito y el explícito no son conceptos excluyentes sino complementarios, este modelo

66 La única diferencia conceptual entre la creación y la generación de conocimiento radica en que, pese a que en ambas el propósito es producir algo, en la creación se parte de la nada, y en la generación, de algo previo.

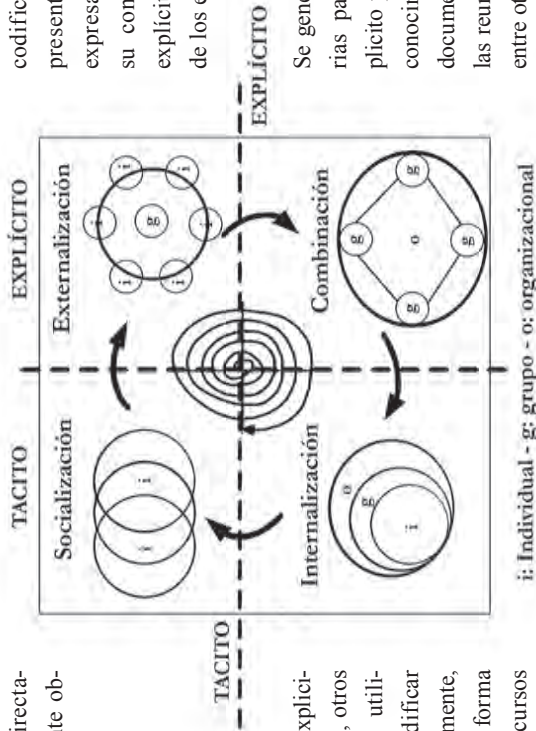
FIGURA 3-16. LA ESPIRAL DEL CONOCIMIENTO

El proceso de socialización se presenta cuando una persona comparte con otra directamente su conocimiento tácito mediante observación, imitación y/o práctica

A medida que el nuevo conocimiento explícito se extiende por toda la organización, otros empleados empiezan a interiorizarlo, utilizándolo para ampliar, extender y modificar su propio conocimiento tácito. Finalmente, lo consideran un hecho aceptado que forma parte del conjunto de herramientas y recursos necesarios para realizar su tarea.

Consiste en cualquier proceso de codificación del conocimiento tácito y se presenta cuando un individuo es capaz de expresar formalmente los fundamentos de su conocimiento tácito, lo convierte en explícito y lo puede compartir con el resto de los empleados.

Se genera cuando un individuo combina varias partes separadas de conocimiento explícito para establecer un nuevo conjunto de conocimientos a través de medios como la documentación, las redes computacionales, el las reuniones, las conversaciones telefónicas, entre otras.



Fuente: adaptado de Nonaka y Takeuchi (1995)

toma un carácter dinámico basado en el hecho de que el conocimiento es creado y se expande a través de la interacción social. A esta interacción se le denomina conversión y se vislumbra a través de una espiral de aprendizaje, en la cual los componentes tácito y explícito interactúan de manera que se amplía cada vez más la base de conocimiento de la empresa. Por su parte, la responsabilidad de la organización en la conversión y generación del conocimiento es absoluta, ya que solo un adecuado contexto organizacional representado en los instrumentos, acciones, directivas, espacios adecuados de interacción, permitirá desarrollar el potencial de creación y transmisión del conocimiento.

Davenport y Prusak (2001) dirigen su propuesta metodológica a un nivel más amplio que el proceso de generación del conocimiento, incluyendo aspectos como la localización y la estructura del equipo de trabajo, para originar ventajas competitivas. Para ello han identificado seis modos en los cuales puede presentarse la generación del conocimiento a nivel organizacional, que se registran en la Tabla 3-7.

TABLA 3-7. MODOS DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

Modos	En términos de conocimiento
Adquisición	La adquisición hace referencia al conocimiento externo que de alguna forma puede ser adquirido y absorbido por la organización, siendo la compra la manera más sencilla de hacerlo. En ocasiones es un elemento adicional de la transacción a través de un medio físico. La adquisición de conocimiento sigue siendo un tema delicado mientras se carezca de herramientas para su cuantificación exacta.
Alquiler	Se pretende poseer de manera temporal las fuentes de conocimiento, lo que lleva a las organizaciones a ser hábiles para extraer el máximo provecho, ya que deben generar todos los mecanismos posibles para retenerlo.
Asignación de recursos	Algunas organizaciones han generado sus propias universidades o centros de investigación para capacitar, realizar investigación y desarrollo y mantener el conocimiento propio en continuo desarrollo. Estos procesos fueron generados para mitigar de manera sustancial la presión del corto plazo, aunque ninguna actividad puede financiarse indefinidamente si no genera ningún beneficio palpable en un lapso de tiempo prudencial.
Fusión	Busca la combinación intencional de personas con distintas aptitudes, ideas y valores, interactuando en torno a una temática específica con el fin de encontrar soluciones, desarrollar nuevos elementos de cultura, incrementar el conocimiento organizacional, entre otros. Las fusiones pueden abarcar varios niveles (empresarial, departamental, grupal, etc.), según la necesidad de la organización.

Modos	En términos de conocimiento
Adaptación	<p>Adaptarse o desaparecer. Este ha sido el lema con el cual se ha visto muchas veces la naturaleza y también las organizaciones en un mercado cada vez más competitivo y que no perdona errores. Productos nuevos, nuevas tecnologías, cambios sociales y económicos, conducen a la generación de conocimiento. El éxito de una correcta adaptación se puede ver a través de los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un reconocimiento adecuado de cuáles son las capacidades internas reales y los recursos disponibles que se pueden poner a disposición para enfrentar adecuadamente los cambios que se requieren. - Tener una amplia conciencia de apertura al cambio o contar con una alta capacidad de absorción.
Redes	<p>Las redes entre personas, expertos, comunidades, organizaciones, etc., son elaboradas para que el conocimiento fluya por ellas y permita, por ejemplo, la resolución de problemas. Cuando el flujo de conocimiento es adecuado y suficiente, genera nuevo conocimiento en las organizaciones. De cierta manera el conocimiento generado, al ser de tipo tácito, puede llegar a ser difícil de codificar; sin embargo, no deja de ser valioso para toda la organización. Las redes pueden ser de tipo formal o informal. Su diferencia radica en la libertad para abordar diferentes temáticas y el tiempo para hacerlo. Parte del éxito depende del apoyo de los directivos, la otra parte depende de las personas que pertenezcan a ellas.</p>

Fuente: adaptado de Davenport y Prusak (2001)

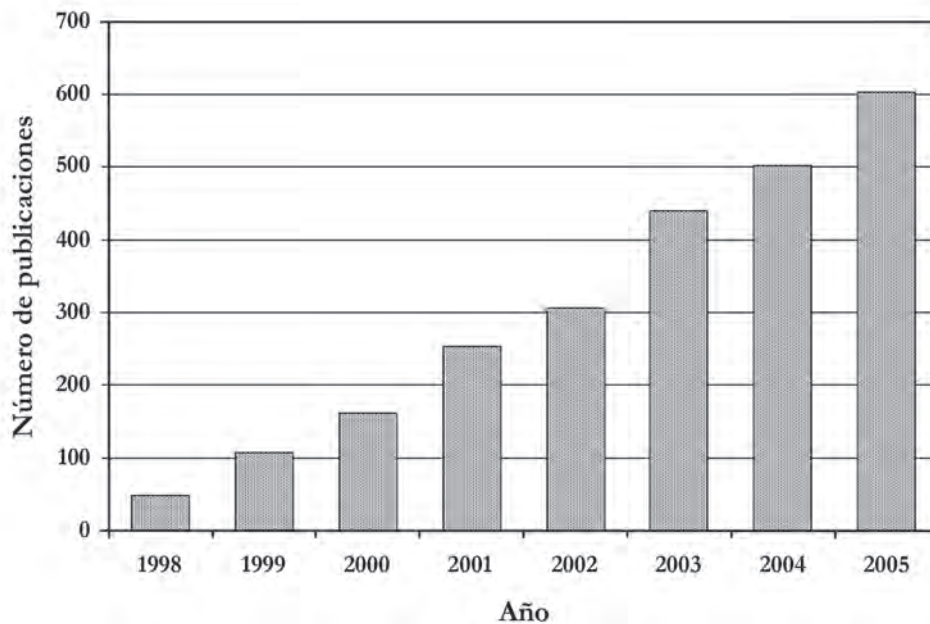
3.2.3.3 La gestión del conocimiento

El auge de la gestión del conocimiento es relativamente reciente y aún no se han establecido claramente las características necesarias para una implantación exitosa como modelo de desarrollo tecnológico y organizacional, ni se ha llegado a un acuerdo en torno al proceso que ello significa. Tampoco existe un consenso respecto a su definición, las expectativas y resultados esperados de su aplicación y la incidencia del capital intelectual (Durango, 2004). Pese a ello, se ha establecido un objetivo claro: generar valor a largo plazo. De ahí que la gestión del conocimiento esté recibiendo gran atención por parte tanto de teóricos como de gestores de empresas y procesos productivos, al considerar al conocimiento como el factor distintivo de la empresa en el desarrollo de innovación tecnológica (Álvarez *et al.*, 2001) y el logro de ventajas competitivas.

A nivel académico este tema también ha recibido gran atención como consecuencia precisamente de su importancia para el alcance de ventajas competitivas en las organizaciones. En un análisis cuantitativo realizado

con la base de datos Scopus® en el período 1998–2005 se logró establecer que la gestión del conocimiento es una temática en la cual sustancialmente se ha incrementado el interés, muestra de ello es el aumento en el número de publicaciones relacionadas con el tema (Figura 3-17). De acuerdo con la revisión de las revistas y autores más importantes, el desarrollo de la gestión del conocimiento se enfoca principalmente en los siguientes aspectos: gestión empresarial, gestión organizacional y ciencias de la computación. En este último caso sobresalen los trabajos relacionados con sistemas de información e inteligencia artificial.

FIGURA 3-17. PUBLICACIONES RELACIONADAS CON GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO



Fuente: Universidad Nacional de Colombia – SINAB, cálculos basados en la información de la BdD: Scopus®; cobertura 1998- 09/05/2005, *software* de análisis Microsoft Excel®

Desde una perspectiva técnica, la gestión del conocimiento según Guimarães (2005) plantea que la dependencia actual del desarrollo tecnológico y científico en relación con los procesos informáticos, su producción, su distribución y la asimilación del conocimiento, se caracteriza por el surgimiento de *tecnologías intelectuales*, entendidas como un conjunto de recursos para el adecuado procesamiento de la información, como la teoría de los sistemas, la

cibernética, la simulación, la teoría de juegos, etc. Adicionalmente, la *tecnología intelectual* en este contexto se enmarca en un entorno de procesos cognitivos encadenados y relacionados entre sí, que van de la concepción filosófica (la idea) al dispositivo informático, separados en su génesis y desarrollo cronológicamente (Lévy, 1998.).

a. Definición y objetivos de la gestión del conocimiento. La gestión del conocimiento ha sido asociada a diversos campos, entre los que se destacan principalmente las ciencias de la administración y las tecnologías de la comunicación, y otras como la psicología del conocimiento, la teoría de la complejidad y los estudios sociales (Albano, 2003).

Se puede plantear que la gestión del conocimiento es un estilo de vida de las organizaciones, las cuales, de acuerdo con su estructura organizativa y el personal inmerso en ellas, buscan constantemente potenciar el conocimiento que poseen y el que desean adquirir o transferir, a través de distintas formas, métodos, modelos y herramientas disponibles para realizar adecuados procesos de gestión que promuevan la innovación tecnológica y el logro de ventajas competitivas que aseguren su sostenibilidad en el futuro, mediante una adecuada toma de decisiones en el presente. Entre los autores que describen parámetros hacia los cuales se debe orientar la gestión del conocimiento en una organización se destacan Quintas *et al.* (1997) y Sotomayor (2004), quienes le definen seis objetivos básicos:

- Formular una estrategia de alcance organizacional para el desarrollo, adquisición y aplicación del conocimiento.
- Implantar objetivos orientados al conocimiento buscando el apoyo de estamentos influyentes de la empresa.
- Crear un ambiente en el cual el conocimiento y la información disponibles sean accesibles y usados para estimular la adecuada toma de decisiones.
- Monitorear y evaluar los logros obtenidos mediante la aplicación de conocimientos.
- Utilizar los recursos tecnológicos existentes para explotar al máximo este recurso intangible y valioso.
- Promover el mejoramiento continuo de los procesos del negocio, enfatizando en la generación y utilización del conocimiento.

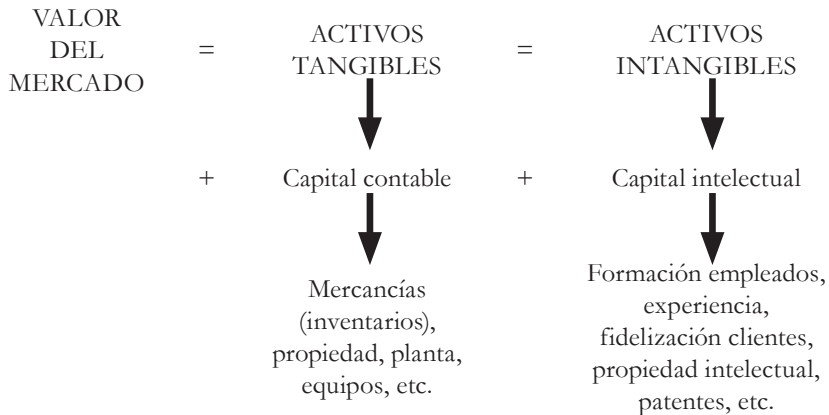
García (2004), y de manera más amplia Sotomayor (2004), establecen las principales actividades que la gestión del conocimiento debe cumplir al ser incorporada en la organización, las cuales consisten en: (1) divulgar el conocimiento para que todos los miembros de la organización puedan utilizarlo en el contexto de sus actividades diarias; (2) asegurarse de que el conocimiento esté disponible en el sitio donde es más útil para la toma de decisiones; (3) garantizar que el conocimiento está donde lo necesitan los procesos del negocio; (4) facilitar la generación efectiva y eficiente de nuevo conocimiento, (5) apoyar la adquisición de conocimiento de fuentes externas y desarrollar la capacidad de asimilarlo y utilizarlo; (6) cerciorarse de que el nuevo conocimiento está disponible para aquellas personas que realizan actividades basadas en él; (7) asegurarse de que toda persona en la organización sabe dónde se encuentra disponible el conocimiento de la empresa. De acuerdo con las actividades anteriormente mencionadas, el conocimiento posee un valor muy importante en la perspectiva estratégica de las organizaciones y los sistemas productivos como generador de valor y de ventajas competitivas sostenibles en el tiempo.

b. El capital intelectual (activos intangibles). Una de las características propias de la gestión del conocimiento es el análisis de este como elemento intrínseco y característico de los individuos. Esta abstracción se realiza directamente sobre las personas, consideradas como un recurso valioso y parte de los activos de la organización. La capacidad de estos individuos para aprovechar el conocimiento que poseen e impactar sobre la generación de valor en bien de los sistemas productivos y de los negocios, motiva el análisis del conocimiento con la consideración que se le otorga a un elemento no tangible y que puede ser un factor diferenciador. Parte de estos impactos se consideran al evaluar el valor contable y el de mercado de las empresas (RaiTec, 2003). El valor contable de las organizaciones está constituido principalmente por sus activos materiales tales como sus instalaciones, maquinaria, planta motriz, entre otros, que en la mayoría de los casos es normalmente inferior al valor en bolsa de las mismas (en caso que ellas coticen en la bolsa de valores) o al valor resultante de una venta o fusión de un área o de la totalidad de la organización. Esta diferencia representa el *capital intelectual*, el cual no puede ser registrado en los balances contables pero proporciona ventajas competitivas. En consecuencia, el valor de una organización se refiere a los factores que se presentan en la Figura 3-18.

El capital intelectual es, por tanto, un valor añadido a la empresa en virtud de la apreciación del mercado. Sin embargo, a pesar de su carácter fluctuante, contiene elementos que le proporcionan cierta estabilidad. Uno de ellos es el conocimiento, especialmente cuando se refiere a las empresas de base

tecnológica, o intensivas en conocimiento. Por esta razón, las organizaciones dedican cada vez más recursos a preparar, sistematizar y explotar este valor intangible con el objetivo de propiciar su crecimiento, es decir, de influir en el mercado para que aprecie convenientemente el capital intelectual.

FIGURA 3-18. FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR DE UNA EMPRESA



Fuente: Pavez (2000); Raitec (2003)

Sotomayor (2004) amplía el concepto de *capital intelectual* y lo define como todo el inventario de conocimientos generados por la empresa y expresados como tecnología, procesos, procedimientos, productos y servicios, información relacionada con el conocimiento del entorno, clientes, proveedores, competencia, mercados, oportunidades y amenazas, así como el *talento humano*, representado en sus habilidades y destrezas para la solución de problemas, trabajo en equipo, sistemas de comunicación, manejo del conflicto, desarrollo de la inteligencia, todo enfocado a crear un valor agregado de forma continua para el cliente. De otro lado, el concepto de capital intelectual se plantea como la integración de tres elementos (Edvinsson y Malone, 1998): capital humano, capital estructural y capital relacional.

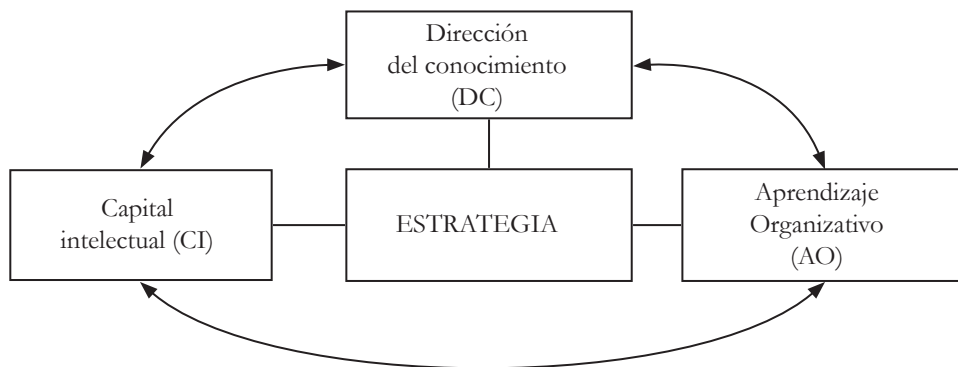
Para Durango (2004), la administración del capital intelectual de las organizaciones permitirá mejorar sus capacidades para la satisfacción de las necesidades de sus clientes, a través del manejo de sus activos intangibles –la inteligencia y el conocimiento–, lo que se ha convertido en el nuevo paradigma de las empresas.

c. *Perspectiva estratégica de la gestión del conocimiento.* Bueno (2002) describe una tríada conceptual que incluye el capital intelectual, la dirección del

conocimiento y el aprendizaje organizativo. Estos conceptos soportan en gran parte las estrategias de una compañía y sus procesos de toma de decisiones, al actuar de la siguiente manera (Figura 3-19):

- El aprendizaje organizativo es la clave para que las personas y la empresa puedan ser más inteligentes, memorizando y transformando información en conocimiento. Se destacan en este punto las *organizaciones inteligentes*⁶⁷ y las que aprenden (*learning organizations*).
- El capital intelectual representa la perspectiva estratégica de la medición y comunicación de los activos intangibles creados o poseídos por la organización.
- La dirección del conocimiento refleja la dimensión creativa y operativa de la forma de generar y difundir el conocimiento entre los miembros de la compañía y con otros agentes relacionados

FIGURA 3-19. PERSPECTIVA ESTRATÉGICA DEL CONOCIMIENTO



Fuente: Bueno (2002)

67 Para Aceves (2005) las *organizaciones inteligentes* son aquellas con fuerte velocidad de reacción, alta capacidad de innovación, creatividad, conocimiento y procesos de aprendizaje, lo cual provoca la obtención de resultados muy superiores. Este concepto de organizaciones inteligentes modificó de forma sustantiva algunos paradigmas con respecto a los parámetros de competencia que enfrentan las empresas actuales, así como los resultados en utilidades, rentabilidad, liquidez, calidad, productividad, penetración en el mercado, provocando no simplemente el logro y consolidación de ventajas competitivas, sino la creación de dominios competitivos con resultados por encima del promedio.

En el contexto colombiano recientemente se reportó un interesante estudio, en el cual se planteó un modelo de gestión del conocimiento empresarial y de innovación, basado en indicadores de productividad sistémica (Meisel y Bermeo, 2005), el cual se llevó a cabo mediante las siguientes fases: (1) un proceso de conceptualización; (2) la aplicación de instrumentos de diagnóstico; (3) la generación e implementación de estrategias; (4) el mejoramiento del sistema operativo; y (5) la valoración de los resultados obtenidos, producto de la implementación de las estrategias planteadas, en términos de la generación de valor agregado para la empresa analizada. Se concluyó que el modelo desarrollado permite la generación de conocimiento (tácito y explícito) y fortalece las dinámicas de cambio organizacional, incrementando el aprendizaje colectivo y el capital intelectual de la organización.

3.2.4 Componente III: formulación e implementación de estrategias

Como se mencionó al final del primer capítulo, uno de los retos de la gestión tecnológica para el nuevo milenio consiste en plantear el desarrollo de los sistemas productivos a partir de la generación e implementación de estrategias, formalizadas en planes tecnológicos y organizacionales. Por ello, de forma explícita y deliberada el tercer componente propuesto para el sistema de inteligencia tecnológica se traduce en el cumplimiento de sus objetivos y expectativas misionales, concretándose en la toma de decisiones y la formulación de estrategias, con la consecuente medición de impactos en el corto, mediano y largo plazos, generando ventajas competitivas a partir de la variable tecnológica y su gestión (Mintzberg y Brian, 1993). Dicho impacto deberá ser evaluado para determinar los aspectos por redefinir o ajustar, y así continuar el proceso de inteligencia tecnológica de manera dinámica y permanente. Dentro de las organizaciones la estrategia se presenta como una herramienta gerencial para la consecución de metas y objetivos a largo plazo, definiendo en sí lo que la empresa es y lo que quiere llegar a ser.

3.2.4.1 Evolución de la estrategia

La estrategia en entornos académicos y de producción tuvo sus orígenes en las clases de política de negocios en diferentes universidades de Estados Unidos. No existe una teoría específica para este concepto, lo que puede encontrarse es información sobre las diferentes escuelas de estrategia desde los años sesenta hasta hoy.

TABLA 3-8. EVOLUCIÓN DE LA ESTRATEGIA

	DISEÑO	PLANEAMIENTO	POSICIONAMIENTO	ESPIRITU EMPRESARIAL	COGNITIVA	APRENDIZAJE	CULTURAL	AMBIENTAL	CONFIGURACIÓN
Autores	Selznick (1957) Andrews (1965)	Ansoff (1965)	Schendel, Cooper, Hatten (mediados de los 70) Porter (1980-1985)	Schumpeter (1945) Cole (1959)	Simon (1945) March y Simon (1958)	Lindblom (1959) March (1963)	Thenman y Norman (1968)	Hannan y Freeman (1977)	Chandler (1962) Mintzberg, Millar (1978)
Estrategia	Perspectiva planificada unificada	Planes divididos en subestrategias y programas	Posiciones genericas planificada	Personal, nicho	Perspectiva mental	Político y cooperativo	Perspectiva colectiva	Posiciones específicas	Según el contexto
Situación respecto al entorno	Definida y estable	Simple y estable	Simple, estable y madura	Dinamica Simple	Incomprensible	Compleja Dinamica	Idealmente pasiva	Competitiva delincada	Contingencial y emergente

Fuente: adaptado de Montoya y Montoya (2003)

La estrategia como campo de conocimiento se estableció principalmente por el trabajo de tres autores: Chandler (escuela de configuración), Ansoff (escuela de planeamiento) y Andrews (escuela de diseño) (Tabla 3-8). A mediados de la década de los setenta el término estrategia se empezó a posicionar como tal por medio de la creación del *Planning Executive Institute*. En 1980 se crea el *Strategy Management Journal* y el *Journal of Business Strategy*, con el objetivo de divulgar las investigaciones tendientes a maximizar el beneficio económico de las empresas.

Desde que surgió la dirección estratégica de forma explícita en la década de los años sesenta, ha existido un consenso por parte de los autores que abordan el tema sobre la necesidad de proactividad ante los fuertes cambios en el entorno, características que hicieron imprescindible su fortalecimiento y posterior difusión por todo el mundo hasta convertirse en una de las herramientas de dirección más empleadas.

3.2.4.2 Bases conceptuales de la estrategia

La estrategia⁶⁸ es un modelo coherente, unificador e integrador de decisiones que determina y revela el propósito de la organización en términos de objetivos a largo plazo, programas de acción, y prioridades en la asignación de recursos, tratando de lograr una ventaja sostenible y respondiendo adecuadamente a las oportunidades y amenazas surgidas en el medio externo de la empresa, teniendo en cuenta sus fortalezas y debilidades.

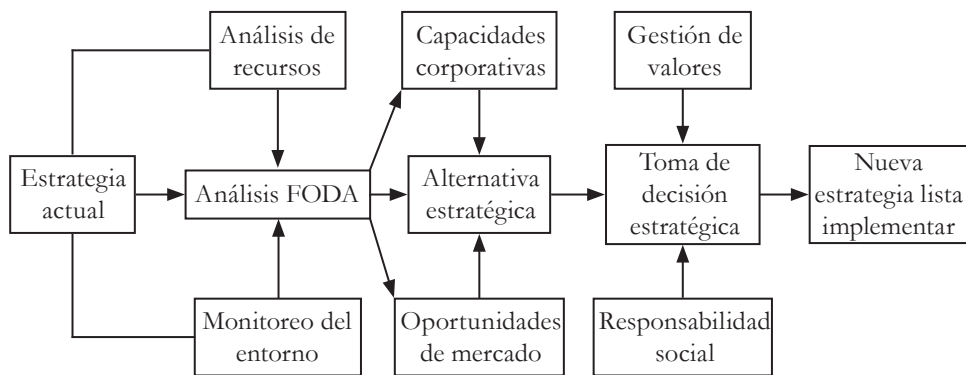
En gestión la estrategia se concibe básicamente como la adaptación de los recursos y habilidades de la organización al entorno cambiante, aprovechando las oportunidades y evaluando los riesgos en función de objetivos y metas. Se tiende a recurrir a la estrategia en situaciones inciertas, no estructuradas ni controlables, es decir, en aquellas situaciones donde existe otro bando cuyo comportamiento no se puede pronosticar (Pümpin y Echavarría, 1993; Beinhocker, 1999). Tener un propósito estratégico implica poseer una visión sobre el futuro que permite orientar, descubrir y explorar. Una de las claves empresariales es la claridad del negocio actual y futuro, puesto que no es posible decidir sin saber a dónde se quiere llegar.

68 El significado del término estrategia proviene de la palabra griega *strategos*, jefes de ejército, tradicionalmente utilizada en el terreno de las operaciones guerreras.

El direccionamiento estratégico abarca desde la coordinación hasta la toma de decisiones⁶⁹, involucrando el comportamiento humano, las actividades pertinentes a su gestión y las unidades de análisis y control de impactos, buscando la realización de metas propuestas en las organizaciones. Dada la variedad de definiciones y la diversidad de formas en la que ha sido utilizada referente a la estrategia a lo largo de los años, a continuación se presentan los aportes de algunos autores sobre el tema (Montoya y Montoya, 2003):

- *Chandler*: define la estrategia como la determinación de metas y objetivos básicos de largo plazo de la empresa, la adición de los cursos de acción y la asignación de recursos. Según este autor, la estructura sigue a la estrategia como resultado de esta. Su interés estaba puesto en el estudio de la relación entre la forma en que las compañías seguían en su crecimiento (sus estrategias) y el diseño de la organización (su estructura) planeado.

FIGURA 3-20. REPRESENTACIÓN DEL MODELO DE ANDREWS



Fuente: adaptado de Andrews (1971)

- *Andrews* (1980): combina las ideas de Drucker y Chandler, definiendo la estrategia como el patrón de los objetivos, los propósitos o las metas, las políticas y los planes esenciales para conseguir resultados. Andrews propone cuatro aspectos que caracterizan a la estrategia (Figura 3-20): (1) lo

69 Por decisiones (estratégicas) se considera la combinación pertinente de elecciones que permite a la empresa modificar su posición competitiva respecto a las organizaciones con las que comparte la actividad económica, como resultado de un proceso de prueba y error en la toma de decisiones (Beinhocker, 1999), de perfil deliberado o emergente, de tal forma que, en función de las características del entorno competitivo, sobreviven aquellas que mejor responden a las exigencias del entorno.

que la organización *podría hacer* (oportunidades de mercado); (2) lo que *puede hacer* (competencias y recursos); (3) lo que *quiere hacer* (perspectivas personales y organizacionales); y (4) lo que *debe hacer* (obligaciones externas).

- *Ansoff*: la estrategia es el lazo entre las actividades de la organización y las relaciones producto-mercado, que define la esencia de los negocios en los que está y los que planea para el futuro.
- *Mintzberg*: brinda la visión más completa de estrategia, ya que identifica cinco definiciones de ella, a partir de variadas representaciones del término: (1) *la estrategia como plan*, es un curso de acción que funciona como guía para el abordaje de situaciones, este plan precede a la acción y se desarrolla de manera consciente; (2) *la estrategia como pauta de acción*, funciona como una maniobra para ganar a un oponente; (3) *la estrategia como patrón*, es un modelo en un flujo de acciones, se refiere al comportamiento deseado y, por tanto, la estrategia debe ser consistente con el comportamiento, sea esta intencional o no; (4) *la estrategia como posición*, la estrategia es una posición con respecto a un medio ambiente organizacional, funciona como mediadora entre la organización y su entorno; (5) *la estrategia como perspectiva*, corresponde a una visión más amplia, implica que no solo es una posición sino que también es una forma de percibir el mundo; la estrategia es un concepto, una abstracción en la mente de los actores, lo importante debe ser que la perspectiva sea compartida por y entre los miembros de la organización, a través de sus intenciones y acciones.

También existen múltiples definiciones dadas por los clásicos o referenciadas en concepciones empíricas que argumentan la estrategia (Mintzberg y Brian, 1993). En los últimos años este concepto ha evolucionado de manera tal que, sobre su base, ha surgido una nueva escuela de administración y una nueva forma de dirigir las organizaciones, llamada administración estratégica. La estrategia en administración es un término difícil de definir y asimilar, además muy pocos autores coinciden en su significado.

Resulta posible inferir que la conformación de la estrategia de las empresas se logra mediante un proceso que contempla las siguientes actividades: (1) diagnóstico o análisis estratégico; (2) planteamiento y selección de estrategias e implantación de la estrategia seleccionada (Karlöf, 1991). La conformación del cuerpo de conocimiento que permite hacer una aproximación analítica al problema de la toma de decisiones estratégicas se hace de forma interdiscipli-

naria teniendo como plataforma el estudio del proceso de toma de decisiones. En este sentido, tal proceso lógico se alimenta con los aportes de diversas disciplinas, como la teoría organizacional, la economía de la estrategia y las organizaciones, la sociología de las empresas y los mercados, la psicología, la ciencia política y la antropología.

A pesar de la diversidad de enfoques y aproximaciones, tanto conceptuales como metodológicas, es posible establecer un conjunto de funciones básicas de una buena estrategia:

- *Proveer de una orientación.* Sirve de brújula a una organización, a fin de que mantenga el rumbo correcto. Pero también puede ser una pantalla, para ocultar peligros potenciales.
- *Concentrar los esfuerzos.* Favorece la coordinación de las actividades, pero se corre el riesgo de formar un pensamiento único, sin opción a analizar otras posibilidades.
- *Definir a la organización.* En la medida en que sirve como medio para que la gente comprenda a la organización y la distinga del resto de las empresas. Una definición de la relación estrategia-organización muy rígida contribuye a la simplificación y al estereotipo, en perjuicio de la riqueza y la complejidad del sistema.
- *Ser fuente de coherencia.* Busca el orden, no la ambigüedad. Ayuda a entender el mundo y, en consecuencia, facilita la acción. Se contrapone a la creatividad, ya que esta encuentra suelo fértil en la incoherencia, de donde extrae nuevas combinaciones de fenómenos aislados.

3.2.4.3 Estrategia tecnológica

En el contexto de la gestión de la tecnología, la estrategia tecnológica ha sido definida como un componente fundamental, el cual a su vez es relevante para el éxito de la estrategia corporativa y de negocio (Vasconcellos, 1990a). Coombs (1996) presenta un método para integrar la estrategia tecnológica a las competencias esenciales de la empresa. Con un bajo grado de sofisticación organizacional y tecnológica de la organización, se puede suponer que será menor la complejidad de su estrategia tecnológica. A medida que la compañía pasa a tener un nivel más alto de tecnología, la estrategia estará más relacionada con procesos de desarrollo de nuevos procesos y productos; en otras palabras, estará por el camino de la innovación.

La estrategia tecnológica en el sistema de inteligencia debe formularse con base en los resultados obtenidos a través de otras herramientas, pero requieren ser contextualizados a la realidad organizacional y de mercados de la unidad de análisis, para evitar caer en un diagnóstico del sistema exclusivamente ofertista.

La estrategia tecnológica ha de estar integrada por tres componentes fundamentales (Cañas, 1989): (1) medidas rutinarias que procuren elevar la productividad y la calidad; (2) proyectos de innovación que garanticen la tecnología necesaria para modernizar y expandir; (3) acciones emprendedoras para enfrentar rupturas tecnológicas imprevistas, promoviendo alianzas estratégicas o invirtiendo en nuevas unidades de negocios. Existen diversos tipos de estrategias (Tabla 3-9). Sin embargo, no necesariamente son estas las que el empresario debe seguir, ya que una estrategia tecnológica ante todo debe ser creativa y adecuada para la realidad interna y externa de la empresa.

TABLA 3-9. ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS EN RELACIÓN CON EL LIDERAZGO Y VENTAJA COMPETITIVA

ESTRATEGIA	CARACTERÍSTICAS
Liderazgo tecnológico y comercial	<ul style="list-style-type: none"> - Ser líderes⁷⁰ externos e internos - Las innovaciones características son radicales - Tienen un alto grado de riesgo - Poseen una buena infraestructura - Generan una imagen corporativa positiva - Poseen una alta inversión en investigación y desarrollo
Seguimiento rápido	<ul style="list-style-type: none"> - Su objetivo es ganar nuevos mercados o defender los existentes - Exigen buen monitoreo y alta capacidad para adaptar y mejorar - Se fundamentan en respuesta rápida - Ofrece valores agregados - Crecimiento gradual - Menores costos comparados con los líderes - Debe tenerse alta capacidad de transferencia tecnológica
Pasividad en su gestión tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> - Patrón de competencia, dan poca importancia a la calidad - Prácticamente no existe gestión tecnológica - Empleo de mano de obra barata - Buscan la supervivencia

Fuente: adaptación de Bernal y Laverde (1995)

70 Una empresa líder es aquella que busca explotar la tecnología como su competencia medular, incorpora los desarrollos avanzados en productos y procesos en un periodo menor que sus competidores, con costos inferiores y menor desempeño (Shenhar y Adler, 1999)

La decisión sobre si se debe ser líder o seguidor en relación con un aspecto tecnológico importante, depende en general de tres factores (Moreno, 1992; Adair, 1993): (1) sostenibilidad de la ventaja tecnológica; (2) evaluación de las ventajas otorgadas al liderazgo y sus correspondientes costos e inconvenientes; y (3) origen de la tecnología, que puede ser el resultado de un esfuerzo interno o de la compra en el exterior.

3.2.4.4 Roles en los sistemas de inteligencia tecnológica

Para la elaboración e implementación de la estrategia en el contexto de un sistema de inteligencia tecnológica es fundamental la definición de roles de los actores que dinamizan el proceso. La Tabla 3-10 recoge la percepción de distintos autores para la asignación de actividades en el contexto de la inteligencia. Es crucial que la estrategia defina no solo aspectos de direccionamiento y articulación del desarrollo tecnológico con las expectativas de la empresa, sino que como táctica tenga permanentemente en foco las dinámicas propias de la inteligencia y la ejecución de proyectos, mediante el seguimiento de los roles, cualquiera que sea el esquema escogido.

TABLA 3-10. ROLES DENTRO DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

Krystek & Müller-Stewens (1993)	Lichtenthaler (2000)	Kobe (2001)
Facilitador: Soporta el sistema de inteligencia con la visión de la alta gerencia, más notablemente durante la fase de diseño e implementación. Típicamente es él un miembro de la alta gerencia o de la junta directiva de la empresa	Coordinador de proceso: Es el responsable por el diseño y mejoramiento del sistema de inteligencia. Coordina las actividades de inteligencia tecnológica y promueve el espíritu de estas dentro de la compañía	Mediador de la idea: Su tarea es trazar varias ideas dentro de la compañía con el objetivo de ordenarlas y analizarlas. Puede hacerlo voluntariamente o puede ser encargado de hacerlo.
Experto: Tiene conocimiento especializado para gestionar el sistema de inteligencia. Lleva a cabo la función de coordinación dentro del sistema y participa en las actividades operativas.	Especialista en información: Busca la información solicitada. Típicamente tiene habilidades especializadas en búsquedas en bases de datos	Promotor de proceso: Es responsable por la relación de la información tecnológica y la innovación del producto/ proceso. Esta debe ser una tarea permanente.

Krystek & Müller-Stewens (1993)	Lichtenthaler (2000)	Kobe (2001)
Examinador: Es el trabajador que recolecta la información. Puede estar involucrado en actividades de análisis. Tiene conocimiento especializado en bases de datos de investigación	Analista: Analiza la información agrupada. Típicamente tiene unas competencias tecnológicas y de comunicación sobresalientes	Experto: Asignado a la observación de tecnologías. Recoge y analiza información relevante. Puede ser apoyado por especialistas en la recolección de información.
Asesor externo: Para cualquier actividad la compañía puede apoyarse en experto externo. Es típico en actividades de recolección y análisis.	Especialista metodológico: Por un lado aplica diferentes métodos como el análisis de escenarios y de otra parte, ayuda a los otros a usarlos.	

Fuente: adaptado de Savioz (2004)

3.3. Aplicaciones del sistema de inteligencia tecnológica

Con frecuencia se asume que los sistemas de inteligencia son pertinentes para las empresas con gran capital o para la toma de decisión en niveles macro de la gestión. A continuación se plantea la utilización del sistema de inteligencia tecnológica para la definición de estrategia, a partir de la implementación sistémica de sus componentes: (1) aplicación integrada de herramientas de gestión (diagnóstico tecnológico, *benchmarking*, prospectiva, vigilancia tecnológica, entre otras); (2) desarrollo del componente generador de aprendizaje continuo; y (3) estructuración de estrategia con su respectiva retroalimentación, socialización y medición de impactos.

3.3.1 Consideraciones para la implementación de un sistema de inteligencia tecnológica

El propósito de este tipo de sistema de inteligencia es apoyar al direccionamiento de la organización. Se trata, entonces, no solo de la identificación tradicional de los avances tecnológicos sino de incorporar apropiadamente un trabajo analítico en el tiempo para definir las implicaciones que estos avances pueden tener en el bienestar actual y futuro de las organizaciones, difundirlos correctamente y fortalecer los procesos de toma de decisiones estratégicas (Rodríguez, 2003).

La aplicación del sistema de inteligencia tecnológica, dada su complejidad y dinamismo, requiere de ciertos conocimientos previos y de recursos suficientes para su implementación satisfactoria, siendo conveniente diferenciar los ámbitos en los que preferentemente puede hacerse la implementación de la inteligencia tecnológica:

a. Organizaciones basadas en conocimiento. Se puede aplicar en empresas donde la generación de conocimiento sea la base de su desempeño, tal es el caso de aquellas pertenecientes a sectores emergentes de alta tecnología, como la electrónica, las telecomunicaciones y el *software*, la informática, la biotecnología, los nuevos materiales y la automatización. Otros sectores pueden contar con sistemas de inteligencia, aunque se requerirá un mayor esfuerzo y es posible que sea necesaria una etapa preliminar de capacitación en el tema.

b. Niveles de la gestión tecnológica. Teniendo en cuenta la clasificación planteada por Zoltán (1993), abordada en el primer capítulo, a nivel *macro* puede implementarse autónomamente, ya que se trata de entidades que cuentan con una buena infraestructura y recursos, como los centros de investigación o las unidades especializadas existentes en ministerios e instituciones nacionales y transnacionales. En el nivel *meso* (como agrupaciones gremiales) se cuenta con los recursos, sin embargo, es necesario que exista asesoría por parte de expertos en el tema (academia y CDT). A el nivel *micro* es importante distinguir dos categorías: (1) las grandes empresas que pueden implementar el sistema de inteligencia tecnológica autónomamente, sólo si poseen un adecuado manejo de la gestión tecnológica y unidades fortalecidas de investigación y desarrollo; y (2) las pequeñas y medianas empresas, las cuales necesariamente deben trabajar de forma conjunta con la academia para el desarrollo de un sistema de inteligencia tecnológica, puesto que sus recursos, conocimientos y su capacidad operativa en gestión tecnológica suelen ser muy limitados.

3.3.2 Casos de implementación

La implementación del sistema de inteligencia tecnológica se realizó en cada uno de los niveles de gestión tecnológica nombrados anteriormente, contando en todos ellos con asesoría y acompañamiento por parte de expertos, tanto en la aplicación de los métodos como en la generación del conocimiento y en la estructuración de estrategias. Se buscó, sin embargo, el surgimiento de vectores de transferencia de conocimiento en el manejo metodológico y estructural del sistema de inteligencia, hacia los actores propios de cada entorno, particularmente en los niveles meso y macro. Para la facilidad en la aceptación

de realizar estos estudios por parte de los entes financiadores y los actores involucrados, y dado lo novedoso y aun desconocido de los sistemas de inteligencia, los casos aquí expuestos formalmente al inicio se llevaron a cabo bajo denominaciones tradicionales como generación de estrategias tecnológicas, bases de direccionamiento estratégico, etc. No obstante, en la ejecución era clara y premeditada la implementación de los sistemas de inteligencia en cada contexto.

En el nivel *micro* se trabajó con una pequeña empresa⁷¹ que se desempeña en el sector agroindustrial, prestando servicios de fitopatología y propagación *in vitro* de tejidos vegetales, este último es ofrecido tanto en el mercado nacional como en el internacional. Al igual que la mayoría de las PYME del país, esta empresa presenta debilidades con relación a la incorporación adecuada de la variable tecnológica en el sistema productivo y empresarial (Castellanos *et al.*, 2005a). De esta manera, se buscaba mejorar la gestión de la tecnología para elevar su productividad y competitividad.

En el nivel *meso* la inteligencia tecnológica se implementó en el sector colombiano de empaques y envases plásticos flexibles y semirrígidos⁷². Este es un sector de importancia considerable, lo cual se debe a que consume anualmente cerca del 52% en peso de las materias primas plásticas en el país. A nivel mundial el sector ha logrado un avanzado estado de desarrollo, con la producción de sistemas de empaque activos y pasivos, llegando hasta el concepto de empaques inteligentes, obtención de materiales de empaque, su diseño, y con un interés en lo referente a disposición final de los productos. Esto le exige a la industria nacional un esfuerzo por alcanzar altos estados de desarrollo tecnológico que les permita mantener su competitividad, de ahí que el estudio realizado buscaba permitirle al sector encaminar de una forma óptima sus acciones hacia el alcance de oportunidades científicas y tecnológicas, así como nuevos nichos de mercado (Castellanos y Gaitán, 2004).

El sistema de inteligencia tecnológica se aplicó en el nivel *macro* al sector biotecnológico en Colombia. Es importante resaltar que la biotecnología, des-

71 Por motivos de confidencialidad, se omite la razón social de la empresa.

72 Este estudio se realizó conjuntamente entre el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho (ICIPC), el Grupo Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – Biogestión de la Universidad Nacional de Colombia, el Centro de Investigación en Procesamiento de Polímeros (CIPP) de la Universidad de los Andes, la Asociación Colombiana de Industrias Plásticas (Acoplásticos) y la Universidad Externado de Colombia.

pués de las tecnologías de la información, constituye la base para una nueva generación de economías basadas en el conocimiento, con un elevado potencial para mejorar la calidad de vida a través de la creación de empleos altamente cualificados, la mejora de la competencia y el crecimiento económico (CCE, 2001). El objetivo fundamental de este ejercicio fue la formulación del direccionamiento estratégico de la biotecnología en Colombia, proyecto coordinado por Colciencias. En este caso se buscó generar estrategias claras e identificar las acciones que deberán seguirse para definir el futuro a corto, mediano y largo plazos de la biotecnología en el contexto nacional (Carrizosa *et al.*, 2005). En su realización se contó con la participación de diferentes actores del sector académico, el sector productivo, tomadores de decisión y formuladores de política, así como facilitadores en herramientas de gestión⁷³.

La recopilación de información y la generación de conocimiento se llevaron a cabo cada vez que ingresa información al sistema, producto de la implementación de una de las herramientas del primer componente, la cual se analizó y se transformó, generando conocimiento que fue estructurado. Periódicamente se comunicaban los resultados obtenidos, se convalidaban y después se realizaban los ajustes pertinentes. En el proceso de recopilar, capitalizar y hacer explícita esta experiencia, cada organización fue acumulando conocimiento operativo y de la gestión misma del proceso.

La formulación de estrategias se realizó al analizar de manera conjunta las variables claves identificadas al realizar un análisis integral de la información obtenida a partir de cada una de las herramientas implementadas en el proceso. La primera fase consistió en el análisis del ambiente interno y externo de la organización, para detectar las variables que más influyen en su desarrollo y se priorizan con el objeto de reconocer dónde está y dónde podría estar la organización en el futuro. Posteriormente, se definieron las áreas críticas de éxito, las cuales deberán ser fortalecidas teniendo en cuenta el horizonte definido para la empresa del nivel respectivo.

El sistema de inteligencia tecnológica, como se ha venido explicando, no es lineal, lo cual implica que cada componente no precede o antecede al siguiente. La dinámica del conocimiento, base del sistema, toma como referencia

73 Las entidades participantes fueron: el Programa Nacional de Biotecnología de Colciencias, la Corporación Corpogen, el Grupo Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – Biogestión de la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Manchester, la firma IALE y otros asesores y consultores.

la epistemología de la complejidad, en la cual estos componentes, más que lograr un efecto sinérgico, se consolidan como un todo con identidad propia. Los tres componentes estructurales en el sistema de implementación fueron sincrónicos y paralelos, significando que, al momento de recopilar información, analizarla, convalidarla y socializar los resultados a los actores del sistema productivo, se fue construyendo conocimiento que, a su vez, en forma dinámica induce y permite definir estrategias, implementarlas, y retroalimentar al sistema sobre su pertinencia e impacto, generando de manera continua conocimiento y planteando nuevas exigencias a las herramientas utilizadas. A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada nivel.

3.3.2.1 Nivel micro: empresa del sector agroindustrial

A partir del *diagnóstico tecnológico* se obtuvieron radares ilustrativos del diagnóstico enfocados a su desarrollo tecnológico y generación de valor (Figuras 3-10 y 3-11). El análisis de estos resultados permitió establecer las fortalezas y retos de la empresa, los cuales se presentan en la Tabla 3-11.

TABLA 3-11. FORTALEZAS Y RETOS DE LA EMPRESA ANALIZADA

	Desarrollo Tecnológico	Generación de valor
Fortalezas	Ingeniería de operación Gestión de la calidad Innovación Ingeniería de equipo	Entorno infraestructura Capacitación del recurso humano Fitopatología y siembra Propagación y enraizamiento Acondicionamiento de plántulas
Retos	Gestión tecnológica Manejo de información Transferencia de Tecnología Ingeniería de proceso y de producto	Relación con entidades de apoyo Desarrollo de productos Materias primas e insumos Medios de cultivo Negociación, comercialización y consumo

El estudio de *benchmarking* identificó fortalezas y retos, así como la mejor práctica del sector (Tabla 3-12), lo cual fue fundamental para la formulación de estrategias conducentes a mejoras sostenibles en la empresa.

La *vigilancia tecnológica* se realizó por medio de la generación de mapas tecnológicos basados en patentes y artículos. La distribución de las palabras claves en el mapa tecnológico proporcionó un indicio de las interrelaciones

existentes entre ellas (coocurrencia) teniendo en cuenta la frecuencia de aparición de cada palabra con respecto a las demás. El mapa tecnológico basado en artículos permitió identificar las áreas en ciencia y tecnología que tienen un mayor perfil de desarrollo, como son: (1) medios de cultivo y procedimientos de propagación; (2) morfología y propagación de plantas; es por esto que, si se quieren realizar innovaciones incrementales, lo más recomendable es trabajar en dirección de estas áreas en el corto plazo y probablemente, en sistemas de organogénesis en el mediano. En el caso de las patentes, las áreas de investigación se enfocaron hacia la tecnología y la ingeniería de procesos y productos. En el mapa se detectó que el área de expresión genética es una tecnología emergente, pero la inversión requerida para desarrollar investigaciones en este campo es alta, por lo cual no es recomendable para la empresa encaminar sus estudios y esfuerzos en este campo. Por el contrario, las técnicas de propagación en plantas ornamentales, la embriogénesis somática y plantas medicinales representan áreas emergentes, en las que la empresa puede incursionar en el corto y mediano plazos, ya que el capital de inversión requerido en este tipo de desarrollo está mucho más a su alcance.

TABLA 3-12. FORTALEZAS Y RETOS DEL SECTOR AL CUAL PERTENECE LA EMPRESA ANALIZADA

	Gestión tecnológica	Innovación Tecnológica	Transferencia de tecnología
Fortalezas	Gestión empresarial Planeación tecnológica Innovación de productos Innovación de procesos Tecnología de proceso y operación Transferencia de tecnología Maquinaria y equipo	Conceptualización de la innovación Factor humano Rol de la gerencia	Actividades tecnológicas Evaluación de la transferencia de Tecnología Conocimiento y dominio de tecnología adquirida Validación permanente de la tecnología Conocimiento generado alrededor de la tecnología
Retos	Gestión del recurso humano	Manejo de información Gestión de la innovación Relación con entidades de apoyo	Búsqueda de la oferta tecnológica Difusión del conocimiento generado

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir de las herramientas hasta ahora implementadas, mediante la *prospectiva tecnológica* se definieron los factores críticos relacionados con áreas de direccionamiento estratégico, económico, financiero, tecnológico y de cultura organizacional. Estos factores se priorizaron a través del ábaco de Regnier y el análisis de importancia de la gobernabilidad, para establecer aquellos de mayor relevancia e influencia en la empresa. Así, se logró evidenciar que la determinación de los requerimientos y necesidades de los clientes es la variable considerada de mayor importancia. Además, fue posible advertir que la empresa podría continuar aislada de otros eslabones de la cadena de valor debido al bajo nivel de importancia concedido a variables relacionadas con los aspectos de integración y tendencias del mercado. Por su parte, la variable tecnológica se ha venido posicionando en los últimos años, y según los actores del sistema productivo que participaron en el ejercicio prospectivo, será un factor altamente determinante a mediano plazo. En contraste, los factores económicos y financieros se valoraron como altamente relevantes ahora y en un futuro próximo. Las variables consideradas claves para el desarrollo tecnológico, permitieron la construcción de los escenarios futuros de la empresa.

Finalmente, para el *análisis integrado de resultados*, se relacionaron las variables influyentes en el desarrollo tecnológico obtenidas en el estudio prospectivo, con los retos y fortalezas de la empresa detectados en el diagnóstico tecnológico y el *benchmarking*, así como los campos de desarrollo científico y tecnológico, determinados en la vigilancia tecnológica, estableciendo así las áreas críticas para la empresa que van a repercutir en su exitoso desarrollo tecnológico, ya que serán fortalecidas a través de las estrategias. Las áreas críticas de éxito identificadas, fueron: comercialización y consumo, sistema de gestión de calidad, manejo de información, interacción con el entorno, manejo de la variable tecnológica y factores complementarios (estos últimos se relacionan con la cultura organizacional, factores económicos y financieros).

Al recopilar y analizar información con ayuda de las herramientas de gestión tecnológica, se puede consolidar el ciclo de la *generación de conocimiento*. En el caso de la empresa estudiada, en el empleo de cada herramienta se fue analizando la información, formalizando el conocimiento, convalidándolo, y se socializó dentro de la organización. La demostración de la asimilación del conocimiento se hizo explícita al momento de realizar discusiones y tomar decisiones, procesos en los cuales fueron surgiendo nuevos argumentos y competencias en los diferentes actores del sistema. Igualmente, se dio un aprendizaje en la estructuración de las estrategias, por cuanto en cada propuesta se propició la discusión, se realizó la retroalimentación y los ajustes

pertinentes. Finalmente, se establecieron las *estrategias* que permitirán a la empresa, en el caso de ser implementadas, alcanzar el escenario deseado en el corto, medio o largo plazos.

3.3.2.2 Nivel meso: sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos

El análisis de la cadena de valor en el *diagnóstico tecnológico*, permitió establecer que el mercado colombiano está centrado en productos de bajo valor agregado, atendiendo principalmente mercados locales y regionales. Se evidenció que se debe promover una mayor interacción entre medios técnicos, estatales y sociales, para el desarrollo y correcta aplicación de regulaciones y la generación nuevos esquemas de financiamiento. Se encontraron debilidades en lo referente a penetración de mercados de barrera (empaques pasivos) y de empaques activos, en la disposición y manejo de residuos y en conversión (impresión, sellado, diseño, sistemas de apertura y dosificación). El desarrollo de empaques inteligentes es incipiente y se requiere mejorar la eficiencia energética de los sistemas auxiliares. Finalmente, se determinó que hay subutilización del recurso humano e investigativo del país (Castellanos y Gaitán, 2004).

En el *benchmarking* se lograron identificar las fortalezas y debilidades del sector en las cuatro variables analizadas, tal como se presenta en la Tabla 3-13.

TABLA 3-13. FORTALEZAS Y RETOS DEL SECTOR DE PLÁSTICOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDOS

	Gestión de tecnología	Innovación tecnológica	Desarrollo tecnológico	Generación de valor
Fortalezas	Productividad Sistema de Calidad	Función de I&D	Ingeniería de proceso y operación Infraestructura	Procesos de transformación Materia prima
Retos	Transferencia de tecnología Gestión del Recurso humano Planeación Tecnológica	Relación con entidades de apoyo Rol de la Gerencia	Generación y acumulación de conocimiento Ingeniería de equipo	Disposición final Conversión

En este nivel la *vigilancia tecnológica* como tal, no se realizó. A partir de los resultados de consultas bibliométricas y de estados del arte se elaboraron

mapas tecnológicos de proceso (no se graficaron indicadores cuantitativos), por cuanto los actores del proyecto, tanto empresarios como académicos de otras universidades, al momento de llevar a cabo este estudio no se encontraban lo suficientemente motivados a incorporar métodos estadísticos robustos para la aplicación de la vigilancia. Sin embargo, estos mapas permitieron definir la tendencia mundial creciente a trabajar con empaques inteligentes y activos.

La *prospectiva tecnológica* inició con la etapa de establecimiento de un marco de referencia, en el que se tomaron los elementos arrojados por resultados parciales del ejercicio de aproximación a la vigilancia tecnológica comentado en el párrafo anterior, del diagnóstico tecnológico y del *benchmarking*. Se evaluaron ítems críticos relacionados con factores competitivos (costos de producción competitivos, investigación y desarrollo en los diferentes eslabones de la cadena, mecanismos de comercialización, etc.) e innovaciones tecnológicas (empaques activos, nuevas tecnologías de conversión, impresión de alta calidad, uso de nanocompuestos, identificación de empaques por radiofrecuencia, etc.) en el sector, en cuatro lapsos de tiempo (2004-2008, 2009-2014, 2015-2019, y ninguno de los anteriores). Lo anterior permitió definir que el periodo para trabajar en estos ítems no supera el año 2014, hallándose un alto grado de consenso entre expertos, lo cual constituye un horizonte de previsión hacia el corto y mediano plazos.

Para establecer los factores de cambio se realizó un taller de expertos, encontrándose 27 factores clasificados en cinco categorías: económicos, financieros y de mercado, gestión organizacional, factor humano, factores tecnológicos y ambientales. La priorización de estos factores se logró a través de un análisis estructural, el cual permitió discriminar los aspectos importantes por trabajar. En el largo plazo están principalmente los temas tecnológico y ambiental, mientras que en el corto se encuentran otros factores económicos, financieros y de mercado, de gestión organizacional y de factor humano, lo que concuerda con el *benchmarking*, que estableció estos aspectos como críticos en el estado actual del sector. Como variables estratégicas para la construcción de escenarios, se tomaron aquellas de largo plazo y se empleó la técnica de matrices de impacto cruzado o método SMIC. A cada una de las variables se le asoció un evento, el cual representaba una situación medible en el futuro para la variable, construyendo de este modo los escenarios probables.

Los resultados de cada herramienta empleada se *integraron*, dando lugar a la definición de lineamientos estratégicos, los cuales tras el aporte conjunto con los actores involucrados se consolidaron en *estrategias* del sector para el corto y el largo plazos, que se traducirán en proyectos tangibles. Es importante

destacar que la *generación de conocimiento* partió de la participación activa de los actores durante todo el proceso, ya que tomaron conciencia sobre la problemática del sector y se llegó a una construcción colectiva de acciones encaminadas a elevar el nivel de competitividad y de productividad del sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos, manifestándose expresamente la continuidad y el compromiso con dichas acciones.

3.3.2.3 Nivel macro: direccionamiento estratégico de la biotecnología

De acuerdo con el *diagnóstico* realizado sobre el estado actual del país en biotecnología, se establecieron fortalezas y retos, como se muestra en la Tabla 3-14.

Como resultado del análisis de políticas de los países incluidos en el *benchmarking*, se pudo determinar que en algunos casos se cuenta con una estructura definida y una institucionalidad que brinda respaldo y soporte para la ejecución de las políticas en biotecnología, así como para su regulación y normatividad. Dentro de estas estructuras es activa la participación de los ministerios relacionados con la biotecnología, llegándose a formar consejos interministeriales que promueven las iniciativas y aportes de diferentes sectores para su desarrollo. Como parte del ejercicio, se lograron identificar unos criterios básicos comunes en los países objeto de estudio para la formulación de políticas en biotecnología: formación de recurso humano, regulación efectiva, percepción pública, gestión eficiente de la biotecnología, competitividad y mercados, promoción de la innovación, protección de la salud y los recursos naturales.

Por otra parte, con la *vigilancia tecnológica* fue posible establecer que los principales avances científicos se están presentando en estudios genéticos en expresión, identificación y secuenciación de genes. De acuerdo con el análisis de artículos científicos, se establecieron desarrollos significativos de: elementos sintetizados *in vitro* como las proteínas asociadas a procesos de purificación; elementos de gestión como la innovación, la regulación, las alianzas estratégicas, la investigación y desarrollo, y la industria; y temas como la bioinformática y la ética. La nanotecnología, la ingeniería metabólica, el flujo génico y la terapia génica forman parte de áreas crecientes o emergentes. A nivel mundial, las patentes muestran que el mayor desarrollo se presenta en el área tecnológica de microorganismos y enzimas, específicamente en técnicas de mutación e ingeniería genética y medios de cultivo, seguidas por el área de nuevas variedades vegetales y procedimientos para su obtención. Las

áreas emergentes se relacionan con la obtención de ácidos nucleicos, células y tejidos animales, compuestos peptídicos o proteínas y procesos de medida en los que intervienen ácidos nucleicos.

TABLA 3-14. FORTALEZAS Y RETOS EN EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO COLOMBIANO

Fortalezas	Retos
<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad científica en salud y agricultura - Grupos de investigación estructurados - Aumento de propuestas de investigación en biotecnología 	<ul style="list-style-type: none"> - Vínculos industria–academia en pro de la investigación - Formación de investigadores en ciencias básicas y gestión - Aumento en recursos para investigación - Determinación de requerimientos del mercado

Con base en los resultados anteriores, la *prospectiva* a través del ejercicio Delphi en línea, con la participación de más de 200 expertos nacionales y extranjeros (80% con maestría o doctorado), permitió identificar las variables claves para el direccionamiento estratégico de la biotecnología en Colombia. Dentro de las variables relevantes se mencionan la formación de recursos humanos, la articulación y fortalecimiento de grupos de investigación, la asignación de recursos por parte del Estado, la promoción de la vinculación entre empresas y centros de investigación, y la definición de una legislación para el acceso a recursos genéticos y protección de la biodiversidad. Además, se priorizó la creación de mecanismos necesarios para promover la investigación y desarrollo en los sectores agrícola, pecuario e industria de alimentación; salud, farmacéutico y cosmético; medio ambiente y energía.

Finalmente y con base en todo lo anterior, se generó un documento de *direccionamiento estratégico* para la biotecnología en Colombia, referente a la política pública en el tema, que además de presentar una extensa y profunda información, contiene análisis novedosos por su forma y enfoque sobre el tema en el nivel nacional, e incluso permitió priorizar y plantear componentes estratégicos para el futuro inmediato y mediano de este importante sector de la economía del país.

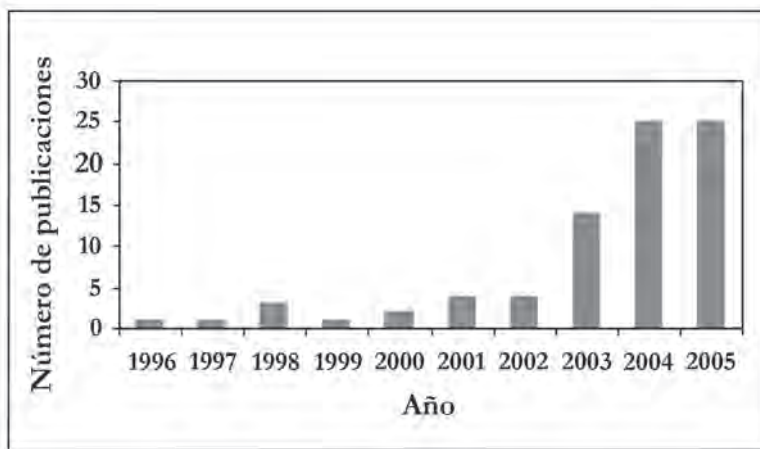
Por tratarse de un ejercicio a nivel nacional macro, fue muy interesante la reacción de los actores ante la propuesta metodológica de aplicar el modelo de inteligencia. Inicialmente, se refutó por considerarse complicado y extenso. Mediante una permanente socialización se mostraron las bondades posibles del método, más aún cuando la generación de estrategias a este nivel se había

dado durante los últimos veinte años a partir de aproximaciones desde la planeación estratégica, la cual sólo manejaba como insumos las tendencias de los sistemas y del entorno, así como las percepciones de los entes decisores. En la gran mayoría de casos esta planeación no generó conocimiento y sus estrategias tendieron a ser descontextualizadas, anacrónicas y carentes de cualquier seguimiento. Finalmente, el esquema propuesto se aceptó, logrando enriquecer a la estrategia en biotecnología de un sinnúmero de elementos, información y análisis. Pero lo más importante en este caso consistió que el proyecto fue tomado como referente metodológico, por lo cual sistemas semejantes de articulación de herramientas de gestión y generación de conocimiento y estrategias han sido utilizados en otros programas nacionales de ciencia y tecnología. De igual forma, algunos centros de desarrollo tecnológico ya han generado proyectos de fortalecimiento institucional, tomando como base la inteligencia tecnológica aquí explicada.

3.4 Roadmapping tecnológico

En la literatura en gestión tecnológica en los últimos años ha venido posicionándose el *roadmapping* tecnológico (Figura 3-21), el cual es semejante al sistema de inteligencia tecnológica por su flexibilidad y enfoque sistémico en el análisis de:

FIGURA 3-21. ACTIVIDAD CIENCIOMÉTRICA DE ROADMAPPING.



Fuente: Universidad Nacional de Colombia – SINAB, cálculos basados en la información de la BdD: Scopus®; cobertura 1996- 09/05/2005, *software* de análisis Microsoft Excel®

(1) fuentes de información; (2) diferentes momentos del proceso productivo estudiado y de la organización; (3) uso integrado de herramientas de gestión; así como, (4) la tendencia clara a generar bases para la toma de decisión. Sin embargo, aunque ambos procesos –la inteligencia tecnológica y el *roadmapping* tecnológico-, convergen esencialmente en sus fines, cada uno se ha desarrollado con identidad propia, el primero con clara tendencia hacia el fortalecimiento de la variable tecnológica como elemento transversal a la toma de decisión en las organizaciones mediante la articulación y relación compleja entre la información y su análisis, la gestión del conocimiento y la generación de estrategias; mientras que en el caso del *roadmapping* se hace explícita la relación entre tecnología, producto y mercado. Por lo anterior, estos dos procesos pueden identificarse como alternativos o complementarios, pero en ningún caso se deben asumir como métodos iguales o excluyentes el uno del otro.

3.4.1 Bases conceptuales del *roadmapping* tecnológico

La utilización del *roadmapping* tecnológico (RMT, por sus siglas en inglés) se inició hace dos décadas en Motorola, que fue pionera de esta técnica, aunque en opinión de algunos autores esta es una herramienta de gestión tecnológica y de desarrollo de productos que aún se encuentra en proceso de consolidación (Ludovico de Almeida y Pereira, 2005). El *roadmapping* ha sido implementado en numerosas organizaciones como Philips, Lucent Technologies (Probert *et al.*, 2003), Corning y Lockheed-Martin; además, Gobiernos y consorcios industriales han comenzado a usar esta técnica para soportar sus iniciativas sectoriales de previsión, tal es el caso del International Semiconductor y del UK Foresight Vehicles (Lee y Park, 2005). Así mismo, el desarrollo del *roadmapping* ha generado una diversidad de comunidades alrededor del mundo: Gatic, MAT, the Learning Trust, Purdue University Centre of Technology *Roadmapping* y Technology *Roadmapping* User Group (Probert *et al.*, 2003).

El término *roadmapping* ha sido ampliamente usado, comenzando desde la representación gráfica del camino de desarrollo tecnológico y sus ambientes de aplicación, hasta detallar y describir los futuros requerimientos de tecnología y las necesidades de investigación (Fleischer *et al.*, 2005). La técnica del *roadmapping* puede ayudar a las empresas a sobrevivir en ambientes turbulentos al proveer un enfoque para la vigilancia del ambiente y unos medios para el seguimiento de la eficiencia individual. Además, representa una poderosa técnica para soportar la gestión y planeación tecnológica, especialmente para explorar y comunicar los enlaces dinámicos entre las fuentes tecnológicas, los objetivos organizacionales y el ambiente de cambio (Phaal *et al.*, 2004a).

Para Galvin (2004) el *roadmapping* provee una extensiva mirada al futuro de un campo elegido de consulta; incluye estamentos de teorías y tendencias, la formulación de modelos, la identificación de enlaces entre y dentro de las ciencias, identificación de discontinuidades y vacíos de conocimiento, e interpretación de investigadores y experimentos. Sin embargo, Phaal *et al.* (2004a) plantean que el *roadmapping* es una estructura basada en el tiempo (y frecuentemente gráfica), contemplando de este modo, no solo el futuro, sino el pasado y el presente, para desarrollar, representar y comunicar planes estratégicos, en términos de la coevolución y avance de la tecnología, productos y mercados. En este sentido, se menciona que el *roadmapping* tecnológico está también relacionado con otros enfoques de planeación gráfica tales como el PERT (Programa de evaluación y revisión técnica) y la herramienta de planeación Gantt.

Por su parte, Lee y Park (2005) coinciden en que se trata de uno de los métodos más ampliamente usados para soportar la gestión estratégica de la tecnología, y destacan además que es posible implementarlo tanto a nivel industrial como corporativo. A nivel industrial, ayuda al pronóstico de futuras tendencias tecnológicas, basado en métodos exploratorios o acercamientos normativos. A nivel corporativo, provee un medio gráfico para explorar y comunicar las relaciones entre mercados, productos y tecnologías en el tiempo.

Y aunque para algunos autores como Fleischer *et al.* (2005) el *roadmapping* es un término amplio que abarca un grupo de técnicas que soportan la estructuración de procesos independientes complejos y que intentan servir como una ayuda en toma de decisiones en la construcción de estrategias y la planeación en organizaciones que dependen y participan en el desarrollo de ciencia y tecnología, está claro que el *roadmapping* permite explorar la evolución de mercados, productos y tecnologías, interrelacionados desde varias perspectivas (Probert *et al.*, 2003).

Así mismo, Lee y Park (2005) en su trabajo citan a Kostoff y Schaller, quienes se refieren al *roadmapping* tecnológico como una visualización que cristaliza los enlaces entre los programas de investigación y desarrollo, las capacidades dirigidas y los requerimientos, mostrando que de hecho la tecnología no es frecuentemente el único aspecto del *roadmapping*, pues puede incluir aspectos como negocios, estrategia e innovación.

En el contexto latinoamericano, en Brasil se han reportado los proyectos pioneros en la utilización del *roadmapping*, entre los cuales se encuentra una investigación que propone este método como herramienta para la planeación

estratégica en el diseño de nuevos productos en empresas de base tecnológica (Mattos y Cheh, 2005). De igual forma, como se mencionó en la aplicación de la prospectiva, en Petrobras recientemente se realizó un *roadmapping* tecnológico conjuntamente con el método Delphi, logrando generar estrategias de desarrollo tecnológico sustentable y retroalimentación a los procesos de planeamiento estratégico corporativo (Ludovico de Almeida y Pereira, 2005).

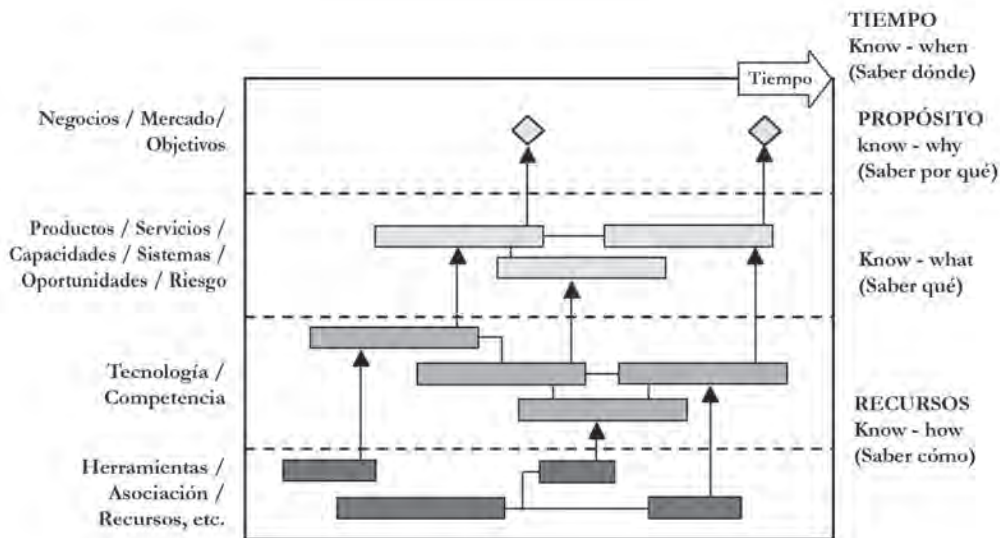
3.4.2 Estructuración de *roadmapping*

El *roadmapping* tecnológico toma diferentes formas, aunque la más generalizada y difundida consiste en la utilización de diferentes herramientas de gestión tecnológica, las cuales hacen posible la representación gráfica multicapas de cómo el desarrollo de tecnología y de productos se relacionan con las oportunidades del mercado. Un importante carácter distintivo de esta metodología es el eje de tiempo, el cual indica la perspectiva de aparición y consolidación de eventos particulares como: objetivos, nichos de mercado, productos, tecnología, etc. La escala del tiempo para los estudios de *roadmapping* dependerá de las condiciones de la industria y del horizonte de tiempo planteado para la planeación (Probert *et al.*, 2003).

La estructura típica comprende un diagrama estratificado que muestra las relaciones entre tecnología, producto (o servicio) y mercado, tal como se presenta en la Figura 3-22. La capa superior es generalmente usada para representar el mercado y los manejadores de negocio, incluyendo el propósito del mapa (las condiciones que tienen que ser encontradas o satisfechas). La capa central expresa la manera en que esas condiciones serán encontradas como los productos, servicios o capacidades que serán entregadas sobre tiempo. La última capa representa la tecnología, y en ocasiones, los recursos que son necesarios entregar a la capa anterior. El mapa puede tomar una variedad de formas particulares, dependiendo del propósito por el cual este ha sido concebido. Dichos propósitos pueden incluir planeación de productos, identificación de recursos críticos, exploración de oportunidades de mercado como una simple herramienta de comunicación dentro o fuera del negocio.

Desde el punto de vista de Lee y Park (2005), el *roadmapping* tecnológico proporciona dos ventajas: la primera es relacionar directamente la tecnología a las necesidades de negocio, y la segunda plantea su inherente flexibilidad en términos de estructura y proceso de construcción, haciéndolo aplicable en diferentes contextos. Además, maneja las tres dimensiones del conocimiento (*know-why*, *know-what* y *know-how*) relacionadas con las capas genéricas del

FIGURA 3-22. ESTRUCTURA GENERALIZADA DE UN ROADMAPPING TECNOLÓGICO



Fuente: Probert *et al.* (2003).

roadmapping, las cuales se complementan con otras dimensiones similares del conocimiento: *know-when*, el cual está asociado con el eje del tiempo del *roadmapping*, y el *know-who* y el *know-where*, que están típicamente en el contenido. Este énfasis en el conocimiento es un aspecto fundamental, como herramienta orientada para dar soporte a la gestión del conocimiento en una organización, permitiendo que pueda ser capturado, estructurado y compartido mediante el diálogo, la toma de decisiones y la acción (Phaal *et al.*, 2004b).

3.4.3 Proceso de roadmapping

Probert *et al.* (2003) y Phaal *et al.* (2004b) desarrollaron una metodología llamada “T-Plan” para la implementación de la técnica⁷⁴; la dividen en dos: proceso estándar y proceso de personalización:

a. *Proceso estándar orientado a la planeación de productos.* El proceso estándar T-Plan abarca cuatro talleres facilitadores. Los primeros tres se enfocan

74 Aunque este proceso fue desarrollado inicialmente por Phaal *et al.*, la mayoría de los autores relacionados con el tema han adoptado este proceso con las variaciones pertinentes al contexto de aplicación.

en las principales capas del *roadmapping* (mercado/negocios, producto/servicio y tecnología), mientras que el taller final proporciona los temas juntos en una base de tiempo para la construcción del diagrama. El enfoque está dirigido a los requerimientos del mercado y negocios, los cuales identifican y priorizan las opciones de producto y tecnología. Es importante tener en cuenta que se necesita poseer información previa a la realización de cada taller, así como se muestra en la Figura 3-23; además, es necesario lograr identificar, categorizar y priorizar la información que surja en cada taller.

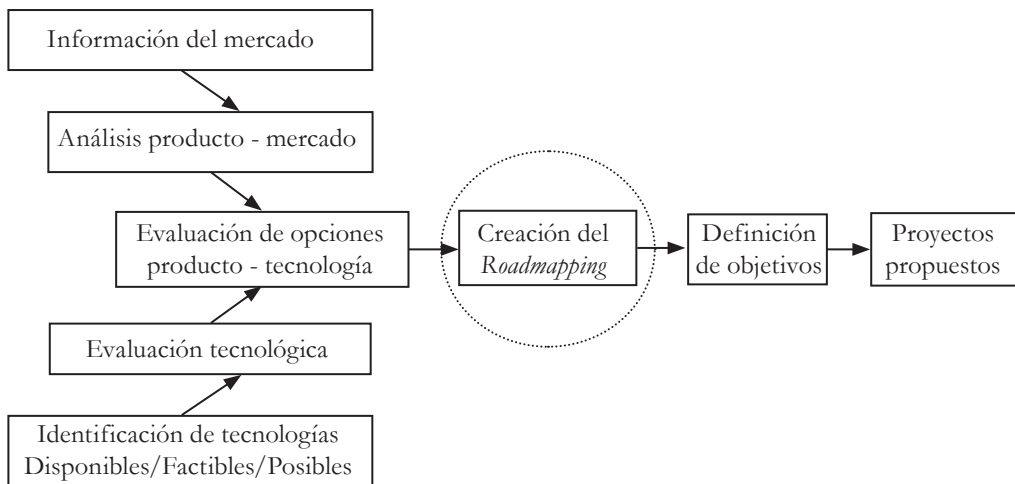
Los siguientes factores deben ser considerados antes de iniciar los talleres en la iniciación del proceso de *roadmapping*:

- Identificación de los participantes apropiados, quienes deben pertenecer tanto a funciones técnicas como comerciales (por ejemplo: investigación, desarrollo, manufactura, mercadeo, finanzas).
- La continuidad de los participantes es deseable, por lo menos de un grupo nuclear.
- Definición de los objetivos para el proceso, como un medio para el éxito del proceso crítico.
- Requerimientos en recursos y programación de tiempos de los talleres.
- Identificación de información disponible.
- Definición de la unidad de análisis.
- Articulación clara de los objetivos de la empresa con el proceso.

b. Proceso personalizado. El cual incluye una orientación en la aplicación general del método. El *roadmapping* puede dar soporte a un rango diferente de objetivos de negocio incluyendo la planeación de productos, exploración de nuevas oportunidades, asignación y gestión de recursos y mejoramiento de la planeación y estrategia de negocios. Además cada organización es diferente en términos de su contexto particular de negocios, cultura organizacional, procesos de negocio, disponibilidad de recursos, tipos de tecnología, etc. Por estas razones, para la obtención de mayores beneficios en la ejecución de un *roadmapping* es necesario que el enfoque sea personalizado para su aplicación particular. Los principales aspectos de forma que requieren personalización son:

- *Tiempo*. Esta dimensión debe ser adaptada a una situación particular, en términos de horizonte e intervalos de escala.
- *Capas*. El eje vertical del *roadmapping* es un punto crítico, ya que este necesita estar diseñado acorde a los objetivos particulares de la organización y ser direccionado hacia los problemas. Con frecuencia una considerable parte de los esfuerzos iniciales del proceso llegarán a ser dirigidos a la definición de capas y subcapas que formarán el *roadmapping*.

FIGURA 3-23. INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y COMERCIAL EN EL ROADMAPPING.



Fuente: Phaal *et al.* (2004b)

- *Fuente de información*. Consiste en definir los niveles de acceso y confiabilidad de la información insumo del ejercicio, tanto en los aspectos organizacionales como tecnológicos y de mercado. Además, de la información contenida en una capas determinada es posible almacenar conocimiento referente a otros niveles o aspectos analizados.

Los atributos del *roadmapping* están divididos en estáticos o dinámicos en concordancia con el horizonte de mapeo (Lee y Park, 2005), tal como se presentan en la Tabla 3-15. Para su desarrollo se recomienda designar la función de gestionar el proceso mismo, asignando responsabilidades para facilitar los talleres. Es posible que sea necesario asimilar experticia desde afuera de la organización en relación con campos tecnológicos, mercados o industrias, para obtener una visión amplia de potenciales oportunidades y amenazas (Phaal *et al.*, 2004a).

Tal como lo plantean Probert y Radnor (2003), el *roadmapping* es un proceso de aprendizaje en el que los participantes descubren brechas y nuevas direcciones en conocimiento y el requerimiento de muchas herramientas de soporte, técnicas y de análisis de datos. Para la elaboración inicial del *roadmapping* es adecuado el uso de un procesador de palabras, una hoja de cálculo o un paquete gráfico, o un *software* especializado (Phaal *et al.*, 2004a). En contextos avanzados de aplicación el *roadmapping* puede soportarse mediante herramientas de *software* diseñadas específicamente para tal fin. Sin embargo, el costo del *software* y la facilidad de uso pueden influenciar su adopción en las empresas (Lee y Park, 2005).

TABLA 3-15. ATRIBUTOS DEL ROADMAPPING TECNOLÓGICO

Objetivo del mapeo		Producto	Tecnología
Atributos <i>Marco de tiempo y Fuente de información.</i>		<i>Soporte de la toma de decisiones estratégicas relacionadas a productos</i>	<i>Soporte de la toma de decisiones estratégicas relacionadas a tecnologías</i>
Estático	Interno	Mapa de familia de productos	Mapa del portafolio tecnológico
	Externo	⁷⁵ Mapa del conductor de Productos	Mapa de posición tecnológica
Dinámico	Interno	<i>Roadmapping</i> de planeación de productos	<i>Roadmapping</i> de Prospectiva tecnológica
	Externo	<i>Roadmapping</i> de evolución de productos	<i>Roadmapping</i> de tendencias tecnológicas

Fuente: Lee y Park (2005)

3.4.4 Aplicaciones del roadmapping

El *roadmapping* tecnológico es un enfoque que ha sido ampliamente usado en la industria como soporte integrado a la planeación estratégica, tanto a nivel sectorial como empresarial. No obstante, el *roadmapping* por sí sólo no incluye ningún elemento inherente a la toma de decisiones, por lo cual es mejor soportarse en un proceso apropiado y un conjunto de herramientas que permitan que su estructura sea definida y sean priorizados los atributos de producto y las soluciones tecnológicas.

⁷⁵ Desde el punto de vista del mercado, une las necesidades del cliente a los conductores de productos, los cuales son medidas tangibles para evaluar estos últimos (Lee y Park, 2005).

Además de ser un instrumento para la planeación, el *roadmapping* tecnológico proporciona una valiosa ayuda para determinar tecnologías emergentes y así lograr sobrevivir en mercados cambiantes. Sin embargo, muchos de sus beneficios se derivan del proceso de ejecución. La forma gráfica del *roadmapping* es una herramienta de comunicación versátil (Lee y Park, 2005), aunque ésta puede presentar información en una forma altamente sintetizada y condensada, razón por lo que debe estar soportado por una apropiada documentación (Phaal *et al.*, 2004a). Recientemente su aplicación se ha expandido hacia áreas como el proceso de desarrollo de nuevos productos, gestión del conocimiento e innovaciones virtuales (Lee y Park, 2005). Finalmente, de acuerdo con Probert *et al.* (2003) el *roadmapping* tecnológico se puede implementar en los siguientes ámbitos: (1) evaluación estratégica; (2) reconfiguración del negocio; (3) planeación de producto-tecnología; (4) desarrollo de procesos; (5) desarrollo de redes de investigación; y (6) estudios de previsión y *foresight*.

3.5 El conocimiento y la tecnología en el desarrollo empresarial

El desarrollo tecnológico ha sido reconocido como uno de los determinantes y la fuente más importante del crecimiento económico (Salazar *et al.*, 1998; Alvarado, 2000), de modo que las empresas de base tecnológica tienen una gran importancia, especialmente por la generación de conocimiento, dado que, por sus características, dinamizan y renuevan las estructuras económicas de los países (Chamanski y Wagoo, 2001; Pinho *et al.*, 2001; Simon, 2003), tal como puede apreciarse en la región Asia-Pacífico, cuyo modelo de desarrollo incorpora permanentemente conocimiento, calidad y mejoramiento continuo con base en tres conceptos: tecnología, productividad y competitividad (Villamizar y Mondragón, 1996). La importancia que se le da al conocimiento y a la tecnología en estas sociedades debe ser tenida en cuenta para la conformación de modelos de desarrollo en América Latina y por los empresarios de la región, en procura de convertir a sus organizaciones en empresas que integren tecnología y conocimientos que agreguen valor a sus actividades.

El conocimiento y el aprendizaje son categorías relacionales que permiten la interacción entre diferentes niveles. Una organización en continuo aprendizaje debe desarrollar capacidades para adaptarse y anticipar los cambios por venir en el ámbito de su objeto de acción. López y López (2004) mencionan que los factores que incentivan desarrollar las capacidades de aprendizaje incluyen la estructura, los procesos, la tecnología, el uso de la información y los procesos de generación de conocimiento. Empero, las capacidades de aprendizaje están relacionadas con los procesos humanos de la organización.

La cultura organizacional permite el surgimiento de mecanismos que facilitan el desarrollo de destrezas basadas en aptitudes y características personales de los individuos, así como un uso adecuado de los canales de información, siendo posible inducir el concepto aprendizaje organizacional.

Senge (1992) propone que, para lograr el aprendizaje organizacional, se deben manejar cinco disciplinas: dominio personal, modelos mentales, construcción de una visión compartida, aprendizaje en equipo y el pensamiento sistémico. El dominio personal es la disciplina que permite potencializar el talento individual en beneficio de la organización, en un acuerdo que comprometa los intereses individuales y los colectivos, fomentando el instinto humano de aprender. Por su parte, los modelos mentales son las nociones que un individuo o una organización tienen sobre sus objetivos o intereses y las relaciones de causas y efectos que los afectan, correspondiendo a una interpretación particular. Para el caso de una organización, los modelos mentales corresponden a supuestos compartidos por un grupo en la interpretación particular de una situación. En el proceso de aprendizaje los modelos permanecen implícitos en la inconciencia del individuo o del grupo (Sotaquirá y Gálvez, 1998). De acuerdo con Checkland (1994), estos modelos son la interpretación de la realidad de la organización que incluye las situaciones problema que enfrenta y son construidos mediante la conjunción de diversas perspectivas que tengan diferentes miembros del sistema productivo y empresarial, a fin de obtener una visión más amplia de la realidad. Desde este punto de vista, un aprendizaje organizacional eficiente sería aquel que cumpla con el objetivo principal de hacer explícitos y modificar los modelos mentales individuales y colectivos, y en segundo lugar, que permita el cumplimiento de este objetivo de una manera más rápida, mediante la superación de los obstáculos inherentes a la realidad organizacional.

El desarrollo empresarial está influenciado por el grado de dominio de la tecnología y el conocimiento, encontrándose diferentes tipos de organizaciones de acuerdo con su evolución. Más adelante en este capítulo se plantea un modelo que identifica cuatro tipos de empresas respecto a las dimensiones tecnología y conocimiento, para lo cual se tomarán en cuenta conceptos como la gestión del conocimiento, las organizaciones que aprenden y el aprendizaje organizacional.

3.5.1 *Organizaciones que aprenden*

Las organizaciones que aprenden son lugares donde las personas continuamente amplían su capacidad para crear los resultados que realmente desean, se fomentan patrones nuevos y expansivos de pensamiento, la as-

piración colectiva es liberada y las personas continuamente aprenden a ver juntas el todo (Senge, 1992). Su capacidad de aprender no está concentrada en algún componente particular de la organización, sino distribuida por toda esta y entre sus miembros (Sotaquirá y Gálvez, 1998). Tienen un alto nivel de complejidad y se mueven en un entorno muy dinámico, por lo que se aprecian más los aspectos transformacionales que los transaccionales, de forma que los modelos de organización integran mecanismos que mueven a la gente y al conocimiento a través de las fronteras organizacionales, tanto internas como externas (James, 2003); este autor define seis elementos que caracterizan a estas organizaciones, los cuales se describen en la Tabla 3-16.

Para Senge (1992) las organizaciones que aprenden son aquellas que tienen las siguientes características: (1) aprenden de su experiencia, pero sin atarse a ella; (2) aprenden de los fracasos al igual que de los éxitos; (3) convierten lo aprendido en acciones que la posicionan ventajosamente y de forma sostenible en su ámbito de actuación; (4) poseen un hábito de mejora arraigado que convierte toda práctica de la organización en susceptible de mejora (aun aquellas cuyos resultados sean más exitosos); (5) prueban nuevos enfoques, nuevas formas de hacer las cosas; (6) asumen que el personal más cercano a los procesos básicos los conoce mejor que la jerarquía y que debe interactuarse con ellos constantemente para movilizar ese conocimiento; (7) ensanchan constantemente los límites del conocimiento propio, asimilando el conocimiento de otros y captando señales del entorno general y de su sector de actividad; (8) diseminan todo el conocimiento existente en unas partes de la organización hacia otras, para que sea generalizado y utilizado allí donde se necesite; (9) cultivan el espíritu de equipo y transgreden fronteras funcionales para obtener sinergias que producen resultados superiores, a partir de equipos multifuncionales; y (10) sus gerentes comprenden que uno de sus roles básicos es el de facilitar los procesos de aprendizaje de individuos, equipos y de toda la entidad alrededor de los resultados que la organización se propone alcanzar, y actúan en consecuencia.

Por su parte, Brunsson (1998) expone que las organizaciones que no aprenden se caracterizan por cuatro aspectos fundamentales:

- se comportan siguiendo un estereotipo cada vez que se enfrentan a un problema, ignorando la solución definitiva y conviviendo cíclicamente con los problemas;
- pese a la anterior característica, estas organizaciones son optimistas en que en el futuro todo se puede resolver;

- no se preocupan por la falta de empatía que tengan respecto a otras organizaciones o entre partes de su propia organización, lo que deriva en la no resolución de problemas y en un no aprendizaje;
- tienen una visión de corto plazo, no se preocupan por los posibles problemas que puedan tener en el futuro, no se anticipan y, por tanto, no adoptan medidas contingentes para dichos posibles problemas.

TABLA 3-16. ELEMENTOS DE LAS EMPRESAS QUE APRENDEN

Elemento	Descripción
Liderazgo	Transformacional en lugar de un liderazgo en productividad
Cultura de la igualdad	Facilita el mejoramiento continuo y la adaptación en todos los niveles apelando a normas, símbolos, creencias y sistemas de reconocimientos y recompensas, así como el empoderamiento de los trabajadores
Estrategias dispersas	La formación de la estrategia puede originarse en muchos sitios en la firma, no sólo en la alta gerencia, sino involucrando a los trabajadores en un proceso de generación de ideas, estrategias emergentes y deliberativas
Mecanismos de integración	Hacen énfasis en la comunicación horizontal, que incluye el <i>benchmarking</i> interno, la identificación de las mejores prácticas y la transferencia tecnológica
Estructura horizontal	Tienden a ser federaciones, adhocracias o <i>heterarchies</i> ⁷⁶ enlazadas a través de un sistema atomista o de configuración en red que enfatiza en estos factores
Trabajadores del conocimiento	Gestionan su trabajo y diseminan información importante a otros en la firma, se actualizan continuamente en sus habilidades y desarrollan nuevas que son útiles para que la organización se adapte y expanda sus capacidades de exploración, explotación y transferencia de conocimientos.

Fuente: James (2003)⁷⁶

Dadas las características que presentan las organizaciones que aprenden y el aprendizaje organizacional, resulta relativamente sencillo caer en ambigüedades sobre su significado y contexto. Tomando en cuenta que el conocimiento no

76 Una *heterarchy* implica múltiples jerarquías a través de las relaciones, estando la jerarquía compuesta por varias subunidades interdependientes e individuales, cuyos órdenes tienden a variar (la posición en una jerarquía no predice la posición en otra), debido a que son temporales y cambian frecuentemente (incluso de tarea en tarea) (Egelhoff, 1999).

solo es adaptativo sino generativo y que está regido por una intencionalidad, pudiendo ser utilitarista, el aprendizaje organizacional debe enfocarse hacia: (1) el desarrollo de capacidades y su uso para la adopción y generación de conocimiento en la empresa; y (2) el cambio de los modelos mentales de los individuos y de las organizaciones.

El aprendizaje organizacional debe considerarse desde dos puntos de vista: (1) el transformacional, en donde se busca cambiar los modelos mentales en los diferentes niveles ontológicos de la organización: individuos, grupos, organización e interorganizacional; (2) el evolutivo, donde el aprendizaje pretende que la organización se adapte a su medio ambiente y genere respuestas que se anticipen a los cambios del contexto. En este último caso, las empresas que aprenden serán aquellas que pueden adaptarse a su entorno, generar conocimientos que les permitan dar respuestas anticipadas a los cambios y evolucionar sobre su accionar mediante la adecuada gestión de su conocimiento, a fin de que este sea compartido en la empresa. Hacer la distinción entre aprendizaje organizacional y organizaciones que aprenden no implica que sean términos excluyentes, por el contrario, se potencian mutuamente al establecer esquemas de aprendizaje continuo orientado al desarrollo de ventajas competitivas.

3.5.2 *Empresas de base tecnológica*

El nuevo tipo de empresa, denominada de base tecnológica, es el resultado de la etapa más reciente del desarrollo industrial en el mundo moderno y actualmente a nivel económico tiene una gran importancia. Estas empresas se basan en el dominio y explotación intensiva del conocimiento científico y técnico para mantener su competitividad (Salonen, 1995; Simon, 2003), disponen de una competencia única en términos de productos o procesos viables comercialmente y desempeñan una función social muy importante al transferir el conocimiento generado en diversos entes hacia el campo comercial; aportan a la sociedad nuevos productos, servicios o tecnologías que incrementan la eficiencia de las industrias ya existentes, al reducir los costos de transacción por adquisición de tecnología, mejorando, por tanto, sus procesos de desarrollo y generando nuevos campos de innovación, tal como lo analizan Chamanski y Wagoo (2001). Las empresas de base tecnológica se generan principalmente en los sectores de informática, biotecnología, robótica, mecánica fina, aeroespacial, semiconductores, entre otras (Almarío y Vasconcellos, 2001).

Las empresas de base tecnológica, principalmente en economías emergentes, poseen dos componentes específicos que las identifican (Carvalho,

1998; Camacho, 1999): (1) en comparación con las grandes corporaciones, son preferentemente pequeñas o medianas que ocupan poco personal; y, (2) producen bienes y servicios con alto valor agregado a partir del conocimiento. Además, tienden a relacionarse con las universidades, institutos o centros de investigación, donde se desarrollan tecnologías en áreas de conocimiento similares a las que requieren para su desarrollo y actualización tecnológica. En la Tabla 3-17 se resume una serie de características de las empresas de base tecnológica (Chamanski y Wagoo, 2001; Simon, 2003), de acuerdo con los rasgos propios del nuevo paradigma tecno-económico.

TABLA 3-17. CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

Característica	Descripción
Capacidad de mejora en productos tradicionales	Busca generar nuevos desarrollos de forma incremental con una mayor capacidad para introducir rápidamente cambios en el diseño de productos y procesos e innovaciones radicales
Flexibilidad	Como práctica óptima productiva. El carácter programable de los equipos permite superar la rigidez, reduciendo la importancia de las economías de escala basadas en técnicas intensivas de producción en masa, ya que se independiza la escala de producción de la escala de mercado
Equipos humanos especializados	Permiten modificaciones más rápidas en los planes de producción, elevados niveles de eficiencia en la fabricación de productos distintos, diversos modelos y volúmenes variables
Dinamismo tecnológico	Implica una integración entre los centros de investigación, desarrollo e ingeniería de diseño, desempeñando un papel crucial en la gerencia estratégica de la empresa
Adaptación de la producción a la demanda	Desarrolla las condiciones para que la diversidad de la demanda multiplique la oferta de productos y la posibilidad de inversión, abriendo nuevos mercados, así como el diseño de equipos y componentes, factores motrices de crecimiento
Estructura organizacional en red	De esta forma se integran los procesos, con énfasis en las conexiones y en los sistemas de interacción, orientada a la coordinación tecno-económica global.

Fuente: adaptado de Simon (2003); Chamanski y Wagoo (2001)

Las empresas de base tecnológica parecen cumplir algunas de las características de los sistemas complejos adaptativos. Para aquellas basadas en el conocimiento (y por tanto, en la tecnología) su principal activo y producto es su conocimiento y su capacidad de aprender e innovar más rápido que sus competidores. La adaptabilidad de la organización y su capacidad de

supervivencia es función de su habilidad para aprender a actuar según las mutables condiciones ambientales (Parra, 2004), donde la innovación se convierte en una estrategia de supervivencia y sostenibilidad en su contexto específico, lo que se traduce en la renovación y ampliación de la gama de productos y servicios, así como de los procesos productivos, cambios en la organización, en la gestión y en las competencias de los trabajadores.

Según Ryans (2000) y Roberts (1991), para que una empresa de base tecnológica que actúa en sectores emergentes mantenga una posición de liderazgo sustentable en el mercado, la integración entre sus áreas funcionales es fundamental, por cuanto la posibilidad de su consolidación y crecimiento está relacionada con: (1) su capacidad de visualizar e integrar de forma clara y coherente las demandas de su mercado objetivo con la prioridad de sus proyectos de desarrollo en nuevos productos y tecnologías; y, (2) la capacidad de asignar coherentemente los recursos hoy y a futuro. En este sentido, los métodos de inteligencia tecnológica y *roadmapping* tecnológico son alternativas que de manera independiente o articulada pueden auxiliar al direccionamiento estratégico, tanto de la organización productiva de forma integral, como de la variable tecnológica.

Al contrario de organizaciones tradicionales, el aprendizaje en las organizaciones de base tecnológica no recae en un selecto grupo de personas encargadas de estos temas, sino que se forma como un proceso colectivo de la organización, donde el aprendizaje se ve como una tarea constante a cargo de todos los miembros de la empresa, teniendo como objetivos compartir el conocimiento y, sobre todo, crear conocimiento. En conclusión, se puede afirmar que las empresas de base tecnológica se reconocen por su búsqueda permanente de generación de conocimiento e innovación y por comportarse como sistemas complejos adaptativos o autopoéticos. García *et al.* (2005) agregan que los conocimientos generados a partir de la información en este tipo de empresas se convierten en ventajas competitivas sostenibles y mensurables como éxitos comerciales.

La ventaja competitiva de las empresas de base tecnológica debe construirse buscando su permanencia en el tiempo, para lo cual es fundamental garantizar que los sistemas productivos se diseñan para no ser imitables y sustituibles en cuanto a sus capacidades tecnológicas estratégicas⁷⁷ (García y Navas,

77 Según García y Navas (2005), la capacidad tecnológica estratégica es definida como la facultad genérica intensiva en conocimiento para movilizar conjuntamente distintos recursos científicos

2005). En este contexto, la imitabilidad es entendida como la facilidad de los competidores para reproducirla por medios propios; mientras, el fenómeno de sustituir se define como el uso alternativo de otra capacidad basada en plataformas tecnológicas diferentes, que permite alcanzar los mismos resultados y funciones que ocupan la posición de ventaja.

Aunque lo más importante para aquellas organizaciones es la adecuada articulación entre la tecnología y el conocimiento, que no son conceptos excluyentes. Suárez (citado por Llarena *et al.*, 2004) define la tecnología como «*conocimiento utilizable o utilizado a escala social con el objeto de transformar elementos materiales y simbólicos en bienes y servicios*»; por tanto, la tecnología establece el uso del conocimiento (por ejemplo, científico) para especificar modos de hacer las cosas de manera reproducible. De esta forma, el conocimiento y la tecnología pueden ser integrados en una sola categoría. Sin embargo, para el análisis realizado en el siguiente acápite se ha decidido abordarlos por separado con la intención de establecer hacia cuál de ellos dirigen sus esfuerzos los diferentes tipos de empresas.

3.5.3 *Las organizaciones según la asimilación del conocimiento y la tecnología*

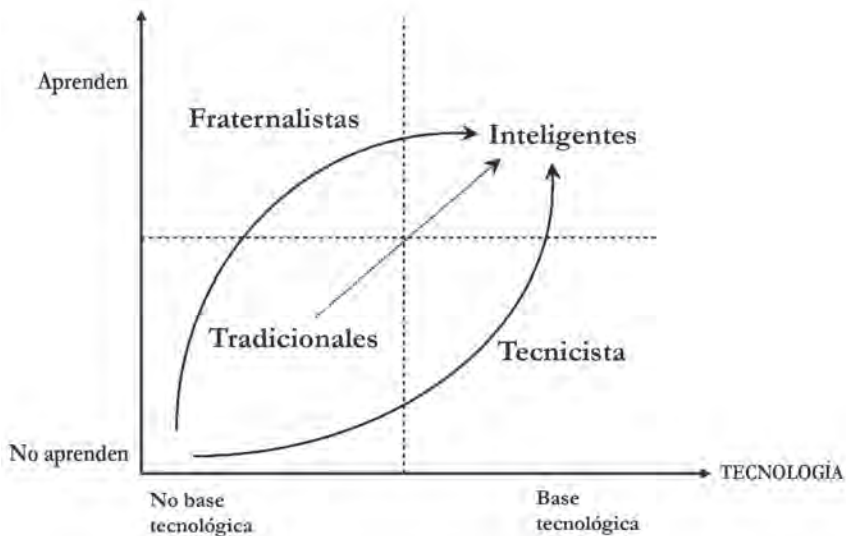
En el marco de estudio del desarrollo empresarial, el conocimiento y la tecnología permiten configurar diferentes niveles (dimensiones) sobre los cuales su impacto se ve reflejado en los productos que desarrollan. En el caso del conocimiento, esta dimensión establece dos categorías, sustentadas en uno de sus atributos más relevantes: el aprendizaje. En cuanto a la tecnología, es preciso retomar las distinciones efectuadas entre empresas de base tecnológica y aquellas que no lo son, respecto a la incidencia que esta variable tiene en el soporte del esquema productivo. Así, es posible identificar cuatro tipos de empresas: tradicionales y fraternalistas, tecnicistas e inteligentes. Estas empresas se pueden situar en un cuadrante de la Figura 3-24, donde cada una tiene características que las definen, y se explican a continuación.

a. Empresas tradicionales. Son compañías que se mueven en entornos estables (Cuesta, 2004), que no tienen una base tecnológica, procesos de gestión de conocimiento o aprendizaje organizacional, lo que conlleva bajos

y técnicos, que permite el desarrollo de productos o procesos productivos innovadores, al servicio de la estrategia corporativa creadora de valor en condiciones de mercado.

niveles de competitividad. Rodríguez (2001) indica que son intensivas en bienes físicos, centralizadas en el sentido de que el emprendedor o gerente otorga a los empleados información parcial. De acuerdo con Cuesta (2004) y Anderson (2003), la estrategia de las empresas tradicionales se centra en sus capacidades internas de producción, los modelos organizacionales son jerárquicos, funcionales y especializados, manteniendo la integración vertical con posiciones de poder, donde el interés privado o individual prima sobre el general y donde se evita el cambio tanto como sea posible, dada la concepción de que su conocimiento es más que suficiente. El trabajo se asume como cumplimiento de tareas repetitivas. Siguiendo los lineamientos de la *Teoría X* de

FIGURA 3-24. INCIDENCIA DEL CONOCIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO EMPRESARIAL



McGregor, la dirección es presencial, aunque en algunos casos se ha progresado hacia la dirección por objetivos y participativa, y la proximidad física se asume como fundamental para el trabajo y el intercambio de información entre los componentes de una empresa. Este intercambio se transforma en un sistema de transmisión de órdenes; los sistemas de información son centralizados y con énfasis en el control.

Dados estos factores, la cadena de valor de las empresas tradicionales es bastante frágil y su valor agregado es bajo, nulo o negativo; las respuestas que pueden dar a su medio ambiente serán, por tanto, siempre reactivas, siguiendo lo que otros impongan y adoptando estrategias de copia, compra

de productos o conocimientos, sin ninguna variante de innovación o mejora de dichas adquisiciones. En sus activos financieros no se tendrán cuentas de activos intangibles correspondientes a capital intelectual o de conocimiento.

b. Empresas fraternalistas. Las compañías sin base tecnológica, al contrario de las empresas que sí la poseen, compiten principalmente por escalas y costos, donde los gastos en investigación y desarrollo son escasos y su recurso humano es de calificación media (García, 2004). De manera adicional, poseen procesos de gestión de conocimiento tanto individual como colectivo y organizacional con la intención de adquirir ventajas competitivas, ya que se comportan como sistemas de aprendizaje organizacional, y pueden llegar a ser organizaciones que aprenden (Senge, 1992; Sotaquirá y Gálvez, 1998; James, 2003). Estos elementos conllevan a un desequilibrio de sus actividades y a una desventaja competitiva final, en el sentido en que, pese a saber usar el conocimiento como un insumo de su actividad (lo dominan y tienen capacidades dinámicas de aprendizaje), no cuentan con los medios y las formas para aprovecharlo de forma efectiva y, por tanto, buscan ingenuamente emplear el aparato industrial que poseen mediante el desarrollo de procesos y productos compatibles con este conocimiento.

Este comportamiento empresarial puede suceder por limitaciones en la capacidad financiera, de mercado, por la inmersión en un contexto de tecnologías limitadas o atrasadas, o porque las instituciones del país en que la empresa está situada no promueven ni facilitan la adquisición o generación de tecnologías adecuadas para su actividad, entre otras causas. Finalmente, estos elementos derivan en que el valor de sus productos/servicios se vea notablemente disminuido con el riesgo de quedarse rezagadas en el mercado y perder competitividad.

c. Empresas tecnócratas. Las empresas situadas en este cuadrante son de base tecnológica pero sus procesos de gestión de conocimiento y de aprendizaje fallan al no ser colectivos. Por tanto, no crean conocimiento organizacional, lo cual indica que, aunque la firma domine y comprenda el conocimiento y la tecnología que posee, no tiene procesos definidos de aprendizaje organizacional, por lo que su cadena de valor se afecta y su competitividad disminuye. En este contexto, los integrantes de este tipo de empresas se caracterizan por ser profesionales e investigadores con alta capacidad intelectual y con un amplio conocimiento y dominio técnico y tecnológico (Salonen, 1995; Simon, 2003), pero no los comparten con los demás integrantes de la empresa, siendo esta característica cultural lo que conlleva a que no exista el trabajo en equipo y que no se desarrollen procesos colectivos de generación de conocimiento,

productos o servicios, ni la comunicación de mejores prácticas o técnicas, dificultando la innovación y el éxito comercial de la empresa. Por su parte, los activos intangibles individualmente son altos, pero a nivel colectivo son bajos y están representados principalmente por los integrantes que tenga la empresa en un determinado momento temporal de su existencia (capital humano). Por su parte, el capital relacional y el estructural presentan notables deficiencias y en algunos casos su aparición es prácticamente nula.

d. Empresas inteligentes. Este tipo de organizaciones son de base tecnológica, y al mismo tiempo, son de aquellas que aprenden, por lo que, al interior de ellas, es posible identificar procesos de gestión de conocimiento y aprendizaje organizacional, con lo que pueden garantizar esquemas de generación de conocimiento, de innovación y de construcción de relaciones mucho más complejas entre todos sus procesos internos y con su contexto. Estas empresas incorporan tanto el ciclo generativo y el de aprendizaje adaptativo, como los elementos designados por Davenport y Prusak (2001) para la adquisición de conocimiento en su entorno, con lo cual pueden adoptar estrategias de investigación, desarrollo e innovación de nuevos productos y servicios. Al unísono abarcan procesos de aprendizaje organizacional, diseminando el conocimiento a través de la organización, modificando su arquitectura de toma de decisiones al incluir a las personas con la mejor perspectiva, enfocando la entidad para alinear las actividades con la estrategia y con estructuras organizacionales en red para innovar continuamente (Mendelson y Ziegler, 2004). De esta manera aumentan no solo su valor, sino su competitividad, al ofrecer características nuevas y únicas que tengan acogida en la cadena de valor de sus clientes. Su énfasis en la generación de conocimiento traducido a productos y servicios se ve reflejado en el aumento del valor de la compañía, ya que tendrán un mayor volumen de activos intangibles en todas sus áreas. Finalmente, al conjugar procesos de gestión de conocimiento y tecnológica, este tipo de empresas consiguen construir competencias estratégicas basadas en el conocimiento explícito e implícito, que perduran y evolucionan en el tiempo, por lo que no son fáciles de imitar y pueden transformarlo en éxitos comerciales.

De manera general, las empresas pueden ubicarse en alguno de los tipos de organización descritos en el acápite anterior. Sin embargo, estos no son fijos, y distintos modelos de gestión exhortan a desplazarse de unos a otros, según sea el modelo que los aborde. La visión no sistémica del conocimiento y de la tecnología, así como la diversidad de modelos de gestión desarrollados para estas dos dimensiones, han impulsado a las organizaciones a seguirlos de manera separada, lo que ha conducido a que no se establezcan desarrollos complementarios en torno a su potencial.

3.5.4 *Hacia las empresas inteligentes*

Bajo la premisa de que las empresas inteligentes son vistas como las más competitivas en el contexto de una sociedad del conocimiento (Mendelson y Ziegler, 2004) y las de mayor sostenibilidad en el tiempo, las demás formas empresariales tienen un potencial de transformación en términos del conocimiento, de la tecnología o de los dos simultáneamente. Sin embargo, un cambio de estado –independiente de la variable– no es algo que se promueva solamente con la aplicación de un modelo determinado de gestión, ya que implica cambios organizacionales, tecnológicos, culturales, entre otros. De esta forma, es imperioso evaluar el estado actual de la empresa con la finalidad de establecer sus características propias alrededor de las dos dimensiones analizadas. Posteriormente, se establecen las implicaciones de un cambio, evaluando para ello las capacidades, los recursos disponibles, los requerimientos específicos de cada acción, los tiempos, los costos y demás implicaciones que conllevan una transformación. Los cambios de estado no son procesos inmediatos e implican tiempo tanto de preparación como de transformación y de estabilización.

En este esquema se dan tres posibles vías de cambio:

- Partiendo desde las empresas tradicionales, el cambio de paradigma se perfila como el aspecto más importante para que inicien su transformación hacia empresas inteligentes, desarrollando una preocupación por el entorno, los competidores y los clientes, repensando su enfoque sobre la estructura organizacional, los sistemas de dirección, de trabajo y de retribución (Cuesta, 2004); además del desarrollo de capacidades y conocimientos mediante los procesos de aprendizaje organizacional y gestión de conocimiento. Según la trayectoria que desarrollen, se transformarán en empresas sin base tecnológica fraternalistas o de base tecnológica tecnicistas; una tercera vía las llevaría a convertirse en empresas de base tecnológica inteligentes, pero el nivel de cambio cultural, de capacidades y de inversión serán considerables.
- Las empresas fraternalistas sin base tecnológica tienen como problemática la falta de una base tecnológica, por lo que deben propender por adquirir o generar una tecnología adecuada para usar el potencial que tienen en la dimensión del conocimiento, identificando barreras y generando estrategias que le permitan sobreponerse a ellas.
- Las empresas tecnicistas deben diseñar y realizar procesos de cambio cultural, adoptar el paradigma de la organización que aprende (Senge,

1992; Sotaquirá y Gálvez, 1998; James, 2003) y modelos de gestión del conocimiento tendientes a propiciar el aprendizaje organizacional, el trabajo en equipo, y a mejorar la comunicación entre sus integrantes.

Estos cambios propuestos en cada caso demandan una serie de requerimientos internos, entre los que se encuentran: una estructura organizacional abierta al cambio, disposición de recursos, cronogramas detallados, personal comprometido, dirección (personas y políticas) y estrategias definidas, etc., así como un análisis del entorno, conocimiento avanzado de su *know-how*, entre otros. Con ello se busca una visión complementaria a las dimensiones tecnología y conocimiento, a fin de que una organización pueda establecer la forma adecuada de generar sus procesos de transformación.

Finalmente, en el contexto latinoamericano, las empresas inteligentes representan un nuevo desafío económico y cultural, dado que la mayoría del aparato productivo se encuentra en estado básico (tradicional). Por tanto, generar dinámicas para el fortalecimiento de elementos específicos como los esquemas de asociatividad entre organizaciones (por ejemplo, universidades, empresas, CDT, gremios, etc.), bases sólidas respecto al recurso humano (personal calificado), modelos adecuados de flujo de información y realización de continuos esfuerzos sustanciales en pro de la generación y creación de nuevo conocimiento, entre otros, constituyen el primer paso para la generación de verdaderas economías de conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, Víctor. (2005). "Más allá de la planeación estratégica: la planeación inteligente". *IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas*. Mérida, México.
- Acosta, C. (1993). "Aprendizaje y asimilación tecnológica en organizaciones industriales: caso Maplatex".
- Adair, J. (1993). "El reto gerencial de la innovación". Serie empresarial Legis.
- Afuah, A. (1999). "La dinámica de la innovación organizacional". Oxford University Press. U.K. México.
- Aguirre, E. (1997). "La innovación tecnológica en la estrategia de desarrollo de las organizaciones. Comunicación sobre las relaciones entre la estrategia de desarrollo e innovación tecnológica y organizativa". *VII Seminario de Gestión Tecnológica*. La Habana, Cuba.
- Aït-El-Hadj, Smail (1990). "Gestión de la tecnología. La empresa frente a la mutación tecnológica". Ediciones Gestión 3000. Estados Unidos.
- Alameda, Raúl (2002). "Los grandes cambios de política económica o de modelo en la historia de Colombia". En *Modelos de desarrollo económico. Colombia 1960–2002*. Editorial Oveja Negra. Bogotá D.C.
- Albano, Segio (2003). "La gestión del conocimiento". *Instituto Capacit*.
- Almario, F. y Vasconcellos, E. (2001). "Estrategias de marketing utilizadas por empresas de base tecnológica (EBT) localizadas en incubadoras de empresas brasileñas y colombianas: un estudio exploratorio". *IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec*. México.

- Alvarado, A. (2000). "Dinámica de la estrategia de innovación: el caso de Colombia". En *revista Coyuntura Económica*, Vol. 30, No. 3.
- Álvarez, Nueria; Antolin, Mariano y Muñoz, María Felicia (2001). "La gestión del conocimiento como base de la innovación tecnológica: el estudio de un caso". En *Revista Espacios*, Año 3, Vol. 22.
- Amar, P.; Angulo, G.; Quintero, J. y Ortega, M. (2005). "Estudio prospectivo del sector metalmeccánico en la región Caribe colombiana". *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Amaya, Pedro (1999). "Perfil tecnológico de la industria manufacturera de santafé de Bogotá". Cámara de Comercio de Bogotá e Instituto SER de Investigación. Bogotá D.C.
- Anderson, T. (2003). "Do you have a traditional or a leadership organization?". *The Scrivener*, Vol. 12, No. 2, July.
- Andrews, Kenneth (1971). "The Concept of Corporate Strategy". Harvard Business School.
- APQC (1995). "Benchmarking: Leveraging Best Practice Strategies". American Productive and Quality Center.
- Arora, A. y Gambardella, A. (1990). "A complementarity and external linkages; the strategies of the large firms in biotechnology", *Journal of industrial economics* 38.
- Arrubla, J. (1991). "Contratos Mercantiles. Contratos atípicos". Biblioteca Jurídica.
- Ashton, W. y Klavans, R. (1997). "Keeping abreast of science and technology: Technical intelligence in business". Batelle Press. Columbus, OH.
- Aspelund, A.; Berg-Utby, T. y Skjevda, R. (2005). "Initial resources' influence on new venture survival: a longitudinal study of new technology-based firms". *Technovation* 25: 1337-1347.
- Ávalos, Ignacio (1990). "Papel del Estado en el proceso de innovación tecnológica". *Colección Ciencia y Tecnología - Conceptos Generales de Gestión Tecnológica* No. 26. Chile.

- Aznar, Inmaculada; Cáceres, María del Pilar e Hinojo, Francisco (2005). "El impacto de las tics en la sociedad del milenio: nuevas exigencias de los sistemas educativos ante la 'alfabetización tecnológica'". En revista *EticaNet*, Año 2.
- Baron, Jonathan. (1988). "Capacidades, disposiciones y pensamiento racional". En *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.
- Barragán, H. (1977). *Epistemología*. Editorial Enseñanza Desescolarizada.
- Barre, R. (1997). "Indicadores y nuevas políticas de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. El universo de la medición - La perspectiva de la ciencia y la tecnología". Colciencias- RICYT. Tercer Mundo Editores. Bogotá D.C.
- Barreto, P. (2004). "Las PYME y la innovación: experiencias internacionales y reflexiones para Colombia". En revista *Inquietud Empresarial*, VII: 111-126.
- Battini, P. (1994). *Innovar para ganar*. Editorial Limusa. México.
- Beinhocker, E. (1999). "On the origin of strategies". *The MacKinsey Quaterly*, No. 4.
- Bell, M. y Pavitt, K. (1995). *The develoment of technological capabilities*. In *Trade, technology and internatinal competitiveness*. The World Bank, Washington.
- Beranger, Pierre. (1994). *En busca de la excelencia industrial. Las nuevas reglas de la producción*. Ed. Noriega. México.
- Bernal, Campo Elías y Laverde, Jairo (1995). "Proyecto de modernización de las PYME - Gestión tecnológica". Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. Santa Fe de Bogotá.
- Bernal, Campo Elías (1992). "Estrategias de innovación y calidad". En *Decisiones Empresariales - Ficitec* No. 6.
- Blanco, Lázaro (2002). "Información, conocimiento y economía: reflexiones sobre el valor y el costo de los recursos informativos". *Interprest Info2002*. Cuba.

- Brisolla, S. (1997). "Indicadores de innovación para países en vía de desarrollo. El universo de la medición". Colciencias – RICYT. Bogotá D.C.
- Brito, Beatriz Cristina; Hernández, Gilberto y Álvarez, Arnaldo (2001). "Metodología para el diagnóstico de la capacidad tecnológica en empresas manufactureras. Empleo de la óptica multicriterio". *IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*.
- Bruno, M.; Noffs, S.; Campanario, M. y Vasconcelos, E. (2005). "Bases para modelo de análise de gestão da inovação tecnológica: A gangorra da competitividade". *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Brunsson, K. (1998). "Non learning organizations". *Scandinavian Journal management*, Vol. 14, No. 4.
- Bueno, Eduardo (2002). "La dirección del conocimiento en el proceso estratégico de la empresa: información, complejidad e imaginación en la espiral del conocimiento". Euroforum Escorial.
- Bustamante, A. (1977). "Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela". *Reunión Técnica Regional sobre Transferencia de Tecnología Agrícola a los Productores*. Lima.
- Caamaño, Georgette (1990). "Introducción a la cultura de la innovación en la empresa". En *Conceptos generales de gestión tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología*, No. 27. Chile.
- Cabrera, Irlia (2003). "El procesamiento humano de la información: en busca de una explicación". En *La Acimed*, Vol. 11. La Habana, Cuba.
- Caires, Germán (2003). "Evolución de la disciplina de gestión tecnológica". En *SELA Boletín Altec Informa* octubre–diciembre. Sao Paulo, Brasil.
- Calero, Américo; CALERO, Lida y OROZCO, Mariela (1996). "Constructivismo en la enseñanza de la ingeniería: un proceso viable". En *XVI Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería*. Bogotá D.C.
- Camacho, Guillermo (1990). "Asimilación de tecnología". En *Conceptos generales de gestión tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología*, No. 27. Chile.

- Camacho, J. (1999). "Parques tecnológicos e incubadoras de empresas: la enseñanza de las recientes experiencias". En *InfoPYME*. Bogotá D.C.
- Cañas, Raúl (1989). "Gestión tecnológica y desarrollo". Proyecto de Gestión Tecnológica". Serie de Manuales de I&D. CINDA- PNUD - SECAB. Chile.
- Cárdenas, Mauricio (2002). "La visión del desarrollo de la administración Pastrana Arango". Modelos de desarrollo económico. Colombia 1960–2002. Editorial Oveja Negra. Bogotá D.C.
- Carrizosa, S.; Castellanos, O.; Clavijo, P.; De Peña, M.; Del Portillo, P. y Jiménez, C. (2005). "Direccionamiento estratégico de la Biotecnología en Colombia 2005-2015". Colciencias. Bogotá D.C.
- Carvalho, M. (1998). "Empresa de Base tecnológica Brasileira: características distintivas". *Anais do XX Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica*. São Paulo: PGT-USP.
- Casanova, I. (1999). "Motivación al ingeniero químico". *IV Semana Técnica de Ingeniería Química. Administración Total de la Calidad*. Bogotá D.C.
- Casanueva, O. (2001). "The acquisition of firm technological capabilities in Mexico's open economy, the case of vitro". *Technological forecastig and social change* 35.
- Castellanos, O.; Jiménez, C.; Carrillo, F. y Castro, A. (2002a). "Análisis conceptual y metodológico de la innovación tecnológica". *Ingeniería y Competitividad*, Vol. 3.
- Castellanos, O.; Rosero, J. y Torres, L. M. (2005a). "Generación de estrategia tecnológica en PYME a través de la implementación de un sistema de inteligencia. Caso: empresa del sector biotecnológico vegetal en Colombia". *IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas*. Mérida, México.
- Castellanos, Oscar y Gaitán, Nancy (2004). "Inteligencia tecnológica sectorial como el resultado de la integración de herramientas de gestión. Caso: prospectiva tecnológica del sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos en Colombia". *XXIII Simposio de Gestión de la Innovación Tecnológica*. Curitiba, Brasil.

- Castellanos, Oscar y Jiménez, Claudia (2004). "Importancia de la inteligencia en la gestión tecnológica de las organizaciones contemporáneas". *XXIII Simposio de Gestión de la Innovación Tecnológica*. Curitiba, Brasil.
- Castellanos, Oscar; Jiménez, Claudia y Medina, Yaneth (2002b). "Análisis de algunos factores potencializadores de la gestión tecnológica". En *Revista de Ciencias Administrativas y Sociales - Innovar*, No. 19.
- Castellanos, Oscar; Jiménez, Claudia y Rojas, José (2003). "Gestión de la innovación en empresas con procesos biotecnológicos". *X Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*. Ciudad de México.
- Castellanos, Oscar y Martínez, Carlos. (2003). "Generación y aplicación del conocimiento en gestión tecnológica". *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec*. México.
- Castellanos, Oscar; Montoya, Alexandra y Jiménez, Claudia (2002c). "Estrategias de gestión en transferencia de tecnología". *Primer Congreso Internacional Ambiental del Caribe-Concaribe*.
- Castellanos, Oscar y Montoya, Alexandra (2001) "Biogestión". En revista *Innovar* 18.
- Castellanos, Oscar; Rosero, Jineth; Torres, Luz Marina y Jiménez, Claudia (2005b). "Aplicación de un modelo de inteligencia para definición de estrategia tecnológica en diferentes niveles de complejidad institucional". *XI Seminario Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica, Altec*. Brasil.
- Castellanos, Oscar; Ustate, Elis y De Peña, Myriam (2002d). "Fundamentos para una política nacional en biotecnología". En revista *Colombiana de Biotecnología*, Vol. 3.
- Castells, Manuel (2002). "La dimensión cultural de Internet". *Universidad Oberta de Catalunya*, octubre.
- CCE, Comisión de las Comunidades Europeas (2001). "Hacia una visión estratégica de las ciencias de la vida y la biotecnología: documento de consulta". Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas, Bélgica.
- Cepal (1996). "Fortalecer el desarrollo: interacciones entre macro y microeconomía". Publicación de las Naciones Unidas. Santiago de Chile.

- Cepal (2001). "Elementos de competitividad sistémica de las pequeñas y medianas empresas (PYME) del istmo centroamericano". Cepal. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/Mexico/9/LCMEXL499/l499.pdf>
- Cetisme (2002). "Inteligencia económica y tecnológica. Guía para principiantes y profesionales". Cetisme. Madrid.
- Cidetexco (1996). "Instrumento para el fortalecimiento de la capacidad de gestión tecnológica en el sector textil-confección". Santa Fe de Bogotá.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). "Innovation and learning: the two faces of R+D". En *The Economics Journal* 99.
- Colciencias (1997). "Productividad, innovación y desarrollo tecnológico en Colombia. Situación actual y políticas de fomento". Bogotá D.C.
- Colombo, M. G. y Grilli, L. (2005). "Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view". En *Research Policy* 34: 795-816.
- Conesa, F.; Fernández, Y. y Gutiérrez, A. (1997). "Evolución de las oficinas de transferencia de resultados de investigación en el sistema español de innovación". Madrid, España.
- Coombs, R. (1996). "Core competencies and the strategic management of R&D". En *R&D Management* 26.
- Cooper, C. (1980). "Police interventions for technological innovations in developing countries". Banco Mundial. *Working Paper* No. 441.
- Cornella, Alfons (2000). "Cómo sobrevivir a la infoxicación". *Universidad Oberta de Catalunya* <http://www.uoc.es/web/esp/articles/cornella/>.
- Corporación Calidad (1999). "La innovación y la cultura de las organizaciones en dos regiones de Colombia". En *Diálogos sobre gestión*. Ediciones Empresariales. Bogotá D.C.
- Correa, Carlos (1996). "Biotecnología: innovación y producción en América Latina". Oficina de publicaciones del C.B.C. Buenos Aires.

- Corredor, Consuelo (1992). "Los límites de la modernización". Facultad de Ciencias Económicas y Cinep. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Cotec (1999). Documentos de oportunidades tecnológicas y vigilancia tecnológica. Cotec, Fundación para la innovación tecnológica. Madrid, España.
- Cuéllar, María Mercedes (2002). "El gobierno Barco 1986–1990. Elementos de política económica". En *Modelos de desarrollo económico. Colombia 1960–2002*. Editorial Oveja Negra. Bogotá D.C.
- Cuesta, F. (2004). *La transformación empresarial como base de la competitividad, de la empresa tradicional a la empresa virtual*. Ed. Pirámide. España.
- Chamanski, A. y Wago, S. (2001). "The organizational success of new technology based firms". *Disponible en* <http://websterii.iot.ntnu.no/profiles>
- Checkland, Peter y Scholes, Jim (1994). *La metodología de sistemas suaves en acción*. Ed. Limusa. México.
- Chevallier, Jacques y Loschak, Daniel (1983). *La ciencia administrativa*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Chiavenato, Idalberto (2000). *Introducción a la teoría general de la Administración*. McGraw-Hill. México.
- Chinchilla, José Luis; Camargo, Mauricio y Guevara, Daniel (1995). «*Desarrollo de una metodología para evaluar la capacidad de gestión tecnológica de empresas productoras de los sectores químicos: textiles y curtidoras*». Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Choo, Chun Wei (1998). "The knowing organization: how organizations use information to construct meaning, create knowledge and make decisions". Oxford University Press. New York.
- Das, J. P. (1988). "Sobre la definición de inteligencia". En *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.
- Davenport, Thomas y Prusak, Lawrence (2001). *Conocimiento en acción: cómo las organizaciones manejan lo que saben* (versión traducida). Pearson Education. Harvard University Press, Boston. Argentina.

- Dávila, Carlos (2001). *Teorías organizacionales y administración. Enfoque crítico*. McGraw-Hill. Bogotá D.C.
- De La Rosa, H.; Peón, N.; Sánchez, S.; Askienasis, M.; Caballero, J.; Chía, J.; González, J. y Oriol, M. (1997). "Consideraciones sobre la política de transferencia de tecnología". *VII Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*. La Habana.
- De Oliveira, N.; Costa, B.; Cruz, B. y Mezzadri, I. (2004). "Diagnóstico de inovação tecnológica: adaptação e adequação da metodologia". *XXIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica*. Brasil.
- De Schutter, Anton (1986). "Investigación participativa: una opción metodológica para la educación de adultos". Crefal. México.
- Dellacha, J. M. (1994). "Orientación de la investigación científico-tecnológica hacia la demanda y la producción. El caso argentino, biotecnología: legislación y gestión para América Latina y el Caribe". Bogotá D.C.
- Detterman, Douglas K. (1988). "La inteligencia humana es un sistema complejo de procesos distintos". En *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.
- Drejer, Anders (1997). "The discipline of management of technology, based on considerations related to technology". En *Technovation* 17: 253-265.
- Drucker, Peter. (1986). *La innovación y el empresario innovador. La práctica y los principios*. Editorial Norma.
- Durango, Carlos (2004). "Gestión del conocimiento científico y tecnológico en las universidades colombianas: lecciones a aprender desde el sector empresarial". En *Encuentro Anual de la Academia de Ciencias Administrativas y Contables*. México.
- Echavarría, Ángela (2004). "¿Inteligencia Competitiva en Organizaciones de Base Científica y Tecnológica?". En *Interprest Info2004*. Cuba.
- Edvinsson, Leif y Malone, Michael (1998). *Intellectual capital: realizing your's true value by finding its hidden roots*. Prentice Harper Collins Publishers Inc. New York.

- Egelhoff, William (1999). "Organizational equilibrium and organizational change: two different perspectives of multinational enterprise". En *Journal of international Management* 5: 15-33.
- Enos, J. (1986). "Invention at innovation in the petroleum refining industry". En National Bureau of Economic Research. Pricetown University Press.
- Escobar, Martha S. (1997). "Gerencia estratégica de tecnología: material de apoyo - segundo nivel. Especialización en gerencia de tecnología". Santa Fe de Bogotá.
- Escorcia, Olavo (1995). "Aspectos prácticos de la investigación". Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Escorsa, Pere; Maspons, Ramon y Ortiz, Ivette (2001). "Las unidades de inteligencia/conocimiento en el diseño de políticas científicas y tecnológicas". En *IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*.
- Escorsa, Pere y Maspons, Ramón (2001). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. Editorial Prentice-Hall. España.
- Esser, K.; Hillebrand, W.; Messner, D. y Meyer, J. (1996). "Competitividad sistémica. Nuevo desafío a las empresas y a la política". En *Revista de la Cepal*, pp. 39-52.
- Eysenck, H. J. (1988). "¿Existe la inteligencia?". En *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.
- Feltus, Anne (1997). *Exploding the myths of benchmarking*. Mc Farlane Communications.
- Ferrari, F.; Martinelli, D. y Joyal, A. (2002). "A gestão da inovação nas PME's industriais espanholas". In *Tecnologia e inovação: experiência na micro e pequena empresa* (Roberto Sbraglia., ed.), São Paulo.
- Fierro, L. H. (1994). "El proceso de la transferencia de tecnología". Subgerencia de transferencia de tecnología - División de comunicación técnica. Corpoica. Tibaitatá.
- Figueiredo, P. (2001). "Technological learning and competitive performance". Cheltenham, UK. & Northampton, USA.

- Finnigan, Jerame (1997). "*Guía de benchmarking empresarial*". Prentice-Hall Hispanoamericana. México.
- Fleischer, Torsten; Decker, Michael y Fiedeler, Ulrich (2005). "Assessing emerging technologies-Methodological challenges and the case of nanotechnologies". En *Technological Forecasting and Social Change* 72: 1112-1121.
- Forero, Carlos (1997). "Manejo en la información técnica de la empresa material de apoyo - Segundo nivel". Especialización en Gerencia de Tecnología. Departamento de Ciencias Económicas. Escuela de Administración de Negocios. Bogotá D.C.
- Freeman, Christopher (1974). *Teoría económica de la innovación industrial*. Alianza Editorial. Madrid, España.
- _____ (1993). *El Reto de la innovación (la experiencia del Japón)*. Editorial Galac. Caracas.
- Galante, O. y Lugones, A. (2005). "La escuela latinoamericana de pensamiento en ciencia, tecnología y desarrollo". *XI Seminario Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Galtieri, Andrea y Mantiñan, Ma. Jimena (2001). "La gestión del conocimiento como principal fuente de valor económico". Universidad del CEMA. Argentina.
- Galvin, R. (2004). "Roadmapping - A practitioner's update". En *Technological Forecasting and Social Change* 71: 101-103.
- Gallego, Juan Carlos (1995). "Tres notas en torno a la ciencia y la responsabilidad del intelectual. Manual para la gestión de proyectos de desarrollo tecnológico". Corpoica. Bogotá D.C.
- Gamboa, A. (1994). "Propiedad intelectual y transferencia de tecnología. Biotecnología: Legislación y Gestión para América Latina y el Caribe". Bogotá D.C.
- Garavito, S. y Suárez, E. (2004). "Evaluación de la gestión tecnológica orientada al manejo de la innovación tecnológica y la transferencia de tecnología: estudio de *benchmarking* como herramienta de diagnóstico en empresas que desarrollan procesos biotecnológicos". En *Umbral científico* 4: 50-64.

- Garay, Luis Jorge (1992). "Estrategia industrial e inserción internacional". Fescol. Bogotá D.C.
- García, Alberto (1997). "Conceptos básicos en tecnología y gestión tecnológica". En *Memorias del Posgrado en gestión tecnológica*. Santa Fe de Bogotá.
- García, Arturo (1990). "Planeación estratégica y planeación tecnológica". En *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología* No. 27. BID - SECAB - CINDA.
- García, F. y Navas, J. (2005). "Estudio empírico del sostenimiento de las ventajas competitivas de bases tecnológica. Un análisis del sector biotecnológico español". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- García, F.; North, K. y Artilles, S. (2005). "Modelo de desarrollo de PYME inteligentes: casos en estudio en América Latina y Europa". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec*. Salvador Bahía, Brasil.
- García, M. (2004). "Los elementos integrantes de la nueva riqueza de las empresas". En revista *Capital Intangible*, Vol. 0, No. 1.
- Gardner, H. (1999). *Estructuras de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples*. Fondo de Cultura Económica. Bogotá.
- Gaynor, Gerard (1996). *Manual de gestión de tecnología*. Editorial Mc Graw-Hill.
- _____ (1999a). "Gestión tecnológica: descripción, campo de acción e implicaciones". En *Manual de Gestión Tecnológica*, Tomo I, Editorial McGraw-Hill. Bogotá D.C.
- _____ (1999b). *Manual de gestión en tecnología*, Tomo I, Mc Graw-Hill Interamericana S.A. Bogotá.
- Godener, A. y Söderquist, K.E. (2004). "Use and impact of performance measurement results in R&D and NPD: An exploratory study". *R. and D. Management* No. 34.
- Godet, M. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. Gerpa. París, Francia.

- Gómez, Eduardo (1991). *El control total de la calidad como una estrategia de comercialización*. Legis. Santa Fe de Bogotá.
- González, Heber (2003). "La importancia y procedimientos de la inteligencia competitiva para la obtención de una superioridad comercial en el entorno empresarial competitivo". *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, Altec. México.
- Guerra, M. (2005). "Por una apuesta conjunta de largo plazo: separata de innovación y desarrollo empresarial". En *Portafolio*, pp. 1-12, Bogotá.
- Guevara, Liliam y Castellanos, Òscar (1999). "Importancia de la variable tecnológica en el desarrollo industrial de la biotecnología en Colombia". En *IV Congreso Latinoamericano de Biotecnología y Bioingeniería*. México.
- Guijarro, J. y Fatás, E. (2002). A gestão da inovação nas PME's industriais espanholas. En *Tecnologia e inovação: experiência na micro e pequena empresa* (Roberto Sbraglia., ed.), São Paulo.
- Guijarro, J. y Orgaz, F. (2005). "Modelo dinámico de aprendizaje y desarrollo de competencias para gestionar estratégicamente los sistemas de innovación, su orientación al cambio técnico y al crecimiento económico". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahia, Brasil.
- Guimarães, M. (2005). "Tecnologias intelectuais e produção de conhecimento na sociedade global da informação". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Gutiérrez-Cuevas, C. (2005). *Gestión del conocimiento en práctica*. Albricias Editorial. Bogotá, Colombia.
- Gutiérrez, José Arturo (1996). "La productividad en la industria metalmecánica colombiana". En revista *Innovar* No. 7. Bogotá D.C.
- Guzmán, Martha y Sotolongo, Gilberto (2000). "Mapas tecnológicos para la estrategia empresarial". En *Taller nacional sobre inteligencia empresarial intempres 2000*. La Habana.
- Handsombe, Richard S. y Norman, Philip A. (1993). *Liderazgo estratégico. Los eslabones perdidos*. Mc Graw-Hill. España.

- Harrington, James (1996). *The Complete Benchmarking implementation guide. Total Benchmarking management*. Editorial Mc Graw-Hill.
- Harrington, James (1998). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Ed. Mc Graw-Hill. Bogotá D.C.
- Hedlund, G. (1994). "A Model of Knowledge Management and the N-Form Corporation". En *Strategic Management Journal* 15.
- Herrera, H. (1994). "Algunos comentarios sobre aspectos vinculados con el desarrollo de la biotecnología, legislación y gestión biotecnológica para América Latina y el Caribe". Bogotá D.C.
- Hlupic, Vlatka (2002). *Knowledge and Business Process Management*. Idea Group Inc. Hershey, PA, USA.
- Hodson, Elizabeth (1992). "Tecnologías de la vida para el Desarrollo". Bases para un plan del Programa Nacional de Biotecnología.
- Hoffman, K.; Prejo, M.; Bessant, Y. y Perren, L. (1998). "Small firms, R+D, technology and innovation and the UK: a literature review". En *Technovation* 18.
- Hombres, Rudolf (2002). "La apertura y las reformas económicas". *Modelos de desarrollo económico. Colombia 1960-2002*. Editorial Oveja Negra. Bogotá D.C.
- Hoppe, W. y Pinheiro, E. (2004). "Inteligência tecnológica em três organizações de grande porte: características, barreiras, facilitadores e experiência". En *XXIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica*. Curitiba, Brasil.
- Huerta, Héctor; Lozano, Irene Patricia y ORTIZ, Georgina (2003). "La creación de unidades de inteligencia competitiva en organizaciones de investigación y desarrollo". En *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec*. México.
- Hunt, Earl (1988). "El heffalump de la inteligencia". En *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.
- Ibekwe-SanJuan, Fidelia (2005). "How thematic maps can assist collection management: A qualitative assessment of Journals' thematic focus". En *Library Collections, Acquisitions, and Technical Services* 29: 295-306.

- Icontec (1997). "La gestión de la calidad en los servicios". En revista *del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación* No. 33. Santa Fe de Bogotá.
- Iñiguez, César (1990). "Introducción a la Prospectiva". Convenio Andrés Bello. Secab. Conicit.
- ITAG (1999). "The knowledge Economy". Information Technology Advisor Group. Auckland, Nueva Zelanda
- Jakobiak, F. (1992). *Exemples commentés de Veille Technologique*. Les Editions d'Organisation.
- James, C. (2003). «Designing learning organizations». En *Organizational Dynamics*, Vol. 32: 46-61.
- Jaramillo, Óscar (1992). "Un puente viable para el desarrollo tecnológico". En *Decisiones Empresariales - Ficitec* No. 4.
- Jensen, Arthur (1988). "Inteligencia: definición, medida y futura investigación". En *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.
- Karlöf, Bergt (1991). *Estrategia empresarial*. Editorial Garnica. Barcelona, España.
- Kast, Freemont y Rosenzweig, James (1998). *Administración en las organizaciones. Enfoque de sistemas y de contingencias*. Mc Graw-Hill. México.
- Kearns, D. y Nadler, D. (1992). *Prophets in the dark: How Xerox reinvented itself and beat the japanese*. Harper Collins Publishers. U.S.A.
- Klavans, R. (1997). "Identifying the research underlying technical intelligence". W.B. Ashton and R. Klavans Ed. *Keeping abreast of science and technology: Technical intelligence in business*. Batelle Press. Columbus OH.
- Kostoff, Ronald. (1999). "Efectividad del desempeño de la investigación". En *Manual de gestión en tecnología*. Mc Graw-Hill. Bogotá D.C.
- Kruglianskas, I. y Gallina, R. (1999). "Auditoria tecnologica de fornecedores: estudo de caso no setor automobilístico brasileiro". En *XI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*. Valencia, España.

- Kumar, V. (1999). "Building technological capability through importing technology: the case of the Indonesian manufacturing industry". En *Journal of technology transfer* 24.
- Lall, S. (1992). "Technological capabilities and industrialization." En *World development*. 20.
- Lam, Alice (2002). "Los modelos sociales alternativos de aprendizaje e innovación en la economía del conocimiento". En *Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) Boletín* No. 30.
- Lambin, J. (1987). *Marketing estratégico*. McGraw-Hill. Madrid.
- Lander, L.; Mathesson, D. y Menke, M. (1995). "Improving the R&D Decision process". En *Research technology management* Vol. 38. New York.
- Le Moigne, Jean Louis (1997). "La incoherencia epistemológica de las ciencias de la gestión". En *Cuadernos de Economía* XVI (26).
- Le Mouël, Jacques (1992). *Crítica de la eficacia. Ética, verdad y utopía de un mito contemporáneo*. Ediciones Paidós. España.
- Lee, S. y Park, Y. (2005). "Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules". En *Technological Forecasting and Social Change* 72. 567-583.
- León, Támara; González, Erenio y Díaz, Daysi (2004). "Diseño e implementación de un sistema de vigilancia tecnológica en una empresa de escasos recursos". *Interprest Info2004*. Cuba.
- Lesca, Humbert (1994). *Veille stratégique, l'intelligence de l'entreprise*. Gieres Aster.
- Levitt, Theodore (1974). «The Managerial Merry-Go-Round». En *Harvard Business Review*.
- Lévy, P. (1998.). "A maquina universo: criação, cognição e cultura informática." ArtMed. Porto Alegre, Brasil.
- Liao, S. (2005). "Technology management methodologies and applications. A literature review from 1995 to 2003". En *Technovation* 25. pp. 381–393.

- Lichtenthaler, Eckhard (2003). "Third generation management of technology intelligence processes". En *R.D. Management*, No. 33. Oxford, UK.
- _____ (2004a). "Technological change and the technology intelligence process: a case study". En *Journal of Engineering and Technology Management* 21: 331–348.
- _____ (2004b). "Coordination of the technology intelligence processes: A study in technology intensive multinationals". En *Technology analysis – Strategic Management* Vol. 16.
- Lippbett, M. (1995). "R.D. and Innovation at the Firme Level: Improving the S&T Policy formation Base centre for Policy Research and Science and Technology Sin or Fraser". Vancouver University.
- López, Eugenio; Bautista, Tomás; Cárdenas, Rodrigo y Briceño, Sonia (2001). "Sistema de inteligencia tecnológica, el caso del área de catálisis FCC en la refinación del petróleo". En *IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*.
- López, P. y López, A. (2004). "El aprendizaje organizativo: hacia un modelo conceptual de tipo cognoscitivo". En revista *electrónica de ciencia administrativa*. Vol. 3, No. 2.
- Lowe, Kevin; Sandura, Terry y Von Glinow, Mary (1999). "La cultura técnica y el imperativo del conocimiento". En *Manual de gestión en tecnología*. Ed. Mc Graw-Hill. Bogotá D.C.
- Ludovico de Almeida, M. y Pereira, H. (2005). "Prospecção tecnológica aplicada à área de energia: a experiência recente de Petrobras". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Lundvall, B. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter. Londres.
- Llarena, M.; De Luca, A. y Cattapan, A. (2004). "El docente como generador de material didáctico utilizando sencillas herramientas informáticas". En *Sexta Jornada de Informática Educativa, Edutec*. Barcelona, España.
- Machintosh, Ann (1997). "Position Paper on Knowledge Management". Artificial Intelligence Applications Institute. University of Adinburgh.

- Madrid, Comunidad de (2001). “La innovación: un factor clave para la competitividad de las empresas”. Dirección General de Investigación de la Consejería de Educación. Madrid.
- Malaver, Florentino (2000). “Investigación en gestión empresarial: ¿Proceso naciente? Colombia, 1965–1998”. Corporación Calidad. Bogotá D.C.
- Malaver, F. y Vargas, M. (2004). “Hacia una caracterización de los procesos de innovación en la industria colombiana”. En revista *Latinoamericana de Administración* 5-33.
- Marcovitch, Jaques (1990). “Tecnología y competitividad”. En *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología* No. 26. Chile.
- Marins, L. y Figueiredo, P. (2005). “Globalizção de compências tecnológicas inovadoras: evidências de institutos de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia de informação e comunicação no Brasil”. En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Mariño, Hernando (1992). *Gerencia de la calidad total*. TM Editores. Bogotá D.C.
- Martín, J.A. (2000). “Prospectiva tecnológica: una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países”. México.
- Martín, Manuel (2003). “Prospectiva tecnológica: algunas reflexiones sobre la experiencia latinoamericana”. En *Jornadas de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica*. Santa Cruz, Bolivia.
- Martinet, Bruno y Marti, Yves-Michel (1995). *L. 'intelligence économique. Les yeux et les oreilles de l'entreprise*. Les éditions d'organisation. París.
- Martínez, C. y Marí, M. (1978). La escuela en pensamiento en ciencia, tecnología y desarrollo (Notas de proyecto de investigación en redes., ed.), Buenos Aires.
- Martínez, Carlos (2002). «Administración de organizaciones. Productividad y eficacia». Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Martínez, Isabel; Leal, Francisco; Bonilla, Ricardo; López, Hugo; Jaramillo, Iván; Delgado, Oscar; Cárdenas, Miguel E.; Sarmiento, Libardo y Ramírez, Juan

- C. (1995). «¿Hacia dónde va el Salto Social?». Consejería Presidencial para la Política Social. Fescol. Bogotá D.C.
- Mattos, P. y Cheh, L. (2005). «Planejamento estrategico de novos produtos por intermedio do méodo Technology poadmapping - TRM em uma pequena empresa brasileira de base tecnologica do sector de internet movel». En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Maturana, H. y Varela, F. (1990). *El árbol del conocimiento*. Editorial Debate. Madrid.
- McCormick, A. (1999). "Control de calidad". En *IV Semana Técnica de Ingeniería Química. Administración Total de la Calidad*.
- Meadows, Lee (1999). "Future Mapping: Linking New Technologies to Market Windows". En *línea*: <http://www.pdma.org/visions/jan99>
- Medina, Javier (2000). "Experiencias significativas en pensamiento a largo plazo". En *Seminario de Alto Nivel sobre las Funciones Básicas de la Planificación y experiencias nacionales exitosas*. Cuba.
- Meisel, C. y Bermeo, H. (2005). "Modelo de gestión de conocimiento y de la innovación basado en indicadores de productividad sistémica". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Mejía, Carlos Alberto (1995). "La información como ventaja competitiva". En *Boletín Económico del BIC* No. 198. Medellín.
- Mejía, Francisco (1998). *Gestión tecnológica. Dimensiones y perspectivas*. Programa Icfes – Tecnos. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá.
- Mendelson, H. y Ziegler, J. (2004). *Los cuatro principios de la empresa inteligente, reinventar la empresa en la era de la información*. Ed. Deusto. España.
- Mier, Matilde (2003). "Inteligencia competitiva: un factor importante para construir una tradición tecnológica". En *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec: "Conocimiento, innovación y competitividad: los desafíos de la globalización"*. México.

- Miklos, Tomás y Tello, María Elena (2001). *Planeación Prospectiva: Una estrategia para el diseño del futuro*. Editorial Limusa S.A. México.
- Mindesarrollo (2000). "Política industrial para una economía en reactivación". Bogotá D.C.
- Mintzberg, Henry y Brian, James (1993). *El proceso estratégico. Conceptos, contextos y casos*. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México.
- Mojica, Francisco (1999a). "Determinismo y construcción del futuro". Bogotá D.C.
- _____ (1999b). *La prospectiva. Técnicas para visualizar el futuro*. Fondo Editorial Legis. Bogotá D.C.
- Montoya, D. (2005). "Innovación y aprendizaje al servicio del sector productivo: separata de innovación y desarrollo empresarial". En *Portafolio*, pp. 1-12, Bogotá.
- Montoya, I. y Montoya, A. (2003). "El direccionamiento estratégico y sus aplicaciones en los sistemas complejos". En revista *de Ciencias Administrativas y Sociales - Innovar* 21.
- Morcillo, Patricio (2003). "Vigilancia e inteligencia competitiva: fundamentos e implicaciones". *Madrid Revista* No. 17. <http://www.madrimasd.org>
- Moreno, Néstor (1992). "Cambio tecnológico y gestión industrial". En *Decisiones Empresariales, Ficitec* No. 6.
- Morin, Edgar (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa. España.
- _____ (2000). "Los siete saberes necesarios para la educación del futuro". Icfes-Unesco, Ministerio de Educación. Bogotá D.C.
- Muñoz, X. (1999). "Proyecto de grado: diseño de una unidad de investigación y desarrollo en una empresa de productos lácteos". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Murcia, M. A. (2004). "Sistema concertado de medición de la productividad y competitividad para la cadena maquinaria y equipo eléctrico y electrónica profesional". *Proyecto realizado por el Centro de Investigación y Desarrollo*

Tecnológico de la Industria Electro-Eléctrica e Informática, Cidei con el apoyo de Colciencias y el Sena.

- Narin, F.; Olivastro, D. y A., Stevens (1994). "Bibliometrics – Theory, practice and problems". *Evaluation Review: Special issue on Research Impact Assessment* No. 18(1).
- Nelson, R. (1993). "National Systems of Innovation". Oxford University Press.
- Noffs, S. (2005). "Inovação tecnologica: suas relações com e estartégia e com e arranjo organizacional em empresas globais". Centro universitário Nove de julho - Uninove. São Paulo.
- Nonaka, Ikujiro y Takeuchi, Hirotaka (1995). *The knowledge-creating company*. Oxford University Press. Nueva York.
- North, K.; García, F. y Artiles, S. (2005). "Modelo de desarrollo de PYMES inteligentes: casos en estudio en América Latina y Europa". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Altec: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo*. Salvador-Bahía, Brasil.
- OECD (1994). "Frascati Manual: The measurement of scientific and technological activities. Proposed standard practice for surveys of research and experimental development". OECD. París.
- _____ (1996). "The knowledge-based economy" En *La innovación: un factor clave para la competitividad de las empresas*. Comunidad de Madrid.
- OMPI (2002). "El papel de la información de patentes en la planificación estratégica de centros de investigación y desarrollo. Experiencia española". En *Seminario Nacional de la OMPI sobre Propiedad Industrial, Invenciones e Información Tecnológica*.
- Onudi. (2000). "Manual de metodologías. Programa de Prospectiva Tecnológica para Latinoamérica y el Caribe".
- Orozco, Eduardo (2000). "El papel de la prospectiva tecnológica en la inteligencia empresarial. Situación en Cuba". En *Intempres. I Taller de Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa*. La Habana.
- Ortega, Eugenio; Alcántara, Támara y Briceño, Sonia (2005). "Sistema de inteligencia tecnológica y planeación estratégica en centros de investigación

y desarrollo tecnológico". En *IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas*. Mérida, México.

Ortiz, C. (1993). "Hacia la definición de los requerimientos tecnológicos en la formulación de proyectos de innovación".

Oslo, Manual de (1992). "Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data".

Palop, Fernando y Vicente, José M. (1999). "Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española". Documentos Cotec sobre oportunidades tecnológicas. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. España.

Parra, I. (2004). "Los modernos alquimistas, epistemología corporativa y gestión del conocimiento". Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

Pavez, Alejandro (2000). "*Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas*". Universidad Técnica Federico Santamaría. España.

Pavón, Julián e Hidalgo, Antonio (1999). *Gestión e innovación. Un enfoque estratégico*. Ediciones Pirámide. España.

Pellegrino, James (1988). "Inteligencia: la interacción de cultura y procesos cognitivos." En *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.

Phaal, Robert; Farrukh, Clare J. P. y Probert, David R. (2004a). "Technology roadmapping-A planning framework for evolution and revolution". *Technological Forecasting and Social Change* 71: 5-26.

(2004b). "Customizing Roadmapping". En *Research Technology Management* 47: 26-37.

Piaget, Jean (1972). *Naturaleza y método de la epistemología*. Editoria Proteo. Buenos Aires.

Pilkington, A. y Teichert, T. (2005). "Management of technology: themes, concepts and relationships". En *Technovation*, article in press.

- Pineda, L. (2004). "Informe final de consultoría: balance tecnológico de la cadena productiva y desarrollo de software". Proyecto realizado en el marco de la Mesa de Ciencia y Tecnología del Consejo Regional de Competitividad, Bogotá-Cundinamarca. Presentado a la Cámara de Comercio de Bogotá.
- Pineda, Leonardo (1997). "Taller de trabajo sobre competitividad y estrategias de innovación tecnológica y organizacional. Memorias del Posgrado en gestión tecnológica". Universidad de los Andes - Facultad de Ingeniería. Santa Fe de Bogotá.
- Pinho, M.; Cortés, M. y Fernández, A. (2001). "The Fragility of Technology-Based Firms in Peripheral Economies: an interpretation based on the Brazilian experience". *Disponible en* http://www.wifo.ac.at/~luger/pinho_cortes_fernandes.pdf
- Ponjuán, Gloria; Martínez, Ailín y Almaguer, Marcelo (2002). "Gestión del conocimiento ¿Réquiem por la gestión de información?" En *INTERPREST Info2002*. Cuba.
- Porter, Michael (1987). *Ventaja competitiva*. Compañía Editorial Continental S.A. México.
- _____ (1990). *La ventaja competitiva de las naciones*. Editorial Cecsá. México.
- _____ (1992). *Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. Editorial Cecsá. México.
- Probert, D. R.; Farrukh, C. J. P. y Phaal, R. (2003). "Technology roadmapping - Developing a practical approach for linking resources to strategic goals". En *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 217: 1183-1195.
- Probert, D. y Radnor, M. (2003). "Frontier experiences from industry-academia consortia". En *Research Technology Management* 46: 27-30.
- Pümpin, Cuno y Echavarría, Santiago (1993). *Estrategia empresarial: cómo implementar la estrategia en la empresa*. Editorial Díaz de Santos. Madrid
- Quintas, Paul; Lefrere, Paul y Jones, Geoff (1997). "Knowledge Management: a Strategic Agenda". Citado en *La gerencia del conocimiento y la gestión tecnológica*.

- RaiTec (2003). "Curso de gestión del conocimiento". Disponible en Internet www.raitec.es
- Ramírez, Eduardo (1997). "Un modelo de innovación - Competitividad basada en el cambio técnico". En *VII Seminario de Gestión Tecnológica*. Cuba.
- Rattner, Henrique (1990). "Revolución científica y tecnológica". En *Colección Ciencia y Tecnología - Conceptos Generales de Gestión Tecnológica* No. 26.
- Rivera, Bernardo (1995). "Manual para la gestión de proyectos de desarrollo tecnológico". Corpoica. Bogotá D.C.
- Riveros, Hugo (1998). "Teoría general de sistemas (TGS). El paradigma fundamental para la organización de una nueva sociedad en el siglo XXI".
- Roberts, E. (1991). "Entrepreneurs in high technology: lessons form MIT and beyond". Oxford University.
- Rocha, Rosa y Pardo, Enrique (2004). "Sistema de vigilancia tecnológica para Cubana de Aviación S.A". En *Interpret Info2004*. Cuba.
- Rodríguez, D. (2001). "Sources of economic renewal: from the traditional firm to the knowledge firm. Working Paper". En *European Central Bank* No. 43.
- Rodríguez, J. y Cordero, B. (1999). "La gestión de la tecnología. Elementos fundamentales y la transferencia de tecnología entre la universidad y la empresa". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Rodríguez, Julio Mario (1993). *Elementos de gestión tecnológica*. Ediciones SENA. Bogotá D.C.
- Rodríguez, M.; Dávila, C. y Romero, L. (1992). "Gerencia privada, gerencia pública, educación en crisis". Facultad de Administración. Universidad de los Andes. Bogotá D.C.
- Rodríguez, M. y Valdéz, E. (2003). "Inteligencia competitiva y tecnológica en las universidades: oportunidades para la innovación en el sector productivo". En *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, Altec. México.
- Rodríguez, Marisela y Escorsa, Pere (1997). "De la Información a la Inteligencia Tecnológica: un avance estratégico". En *VII Seminario de Gestión Tecnológica*. Cuba.

- Rodríguez, Marisela (1999). *La inteligencia tecnológica: elaboración de mapas tecnológicos para la identificación de líneas recientes de investigación en materiales avanzados y sinterización*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- _____ (2003). "Inteligencia competitiva y tecnológica en las universidades: oportunidades para la innovación en el sector productivo: conocimiento, innovación y competitividad: los desafíos de la globalización". En *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, Altec. México.
- Roubelat, F. (1996). *La prospective stratégique en perspective: genèse, études de cas, prospective*. París.
- Ruelas, A. (2004). «Innovar en mercados emergentes: el paradigma de la T grande». En *Harvard Business Review- América Latina* 82: 54-62.
- Ryans, A. (2000). *Winning market leadership, strategic market planning for technology - driven bussines*. John Wiley - Sons Canada. Toronto, Canadá.
- Sábato, Jorge (1979). *Ensayos en campera*. Juárez Editor. Buenos Aires.
- _____ (1997). "Bases para un régimen de tecnología". En revista *Redes* IV: 122-123.
- Sábato, Jorge y Mackenzie, Michael (1988). *La producción de tecnología*. Editorial Nueva Imagen. México.
- Salazar, M.; Durán, X.; Ibáñez, R. y Vargas, M. (1998). "La innovación tecnológica en Colombia: Características por tamaño y tipo de empresa". En revista *Planeación y Desarrollo*, Vol. XXIX, No. 1.
- Salonen, A. (1995). "International Growth of Young Technology-Based Finnish Companies, Acta Polytechnica Scandinavica". En *Mathematics and Computing in Engineering* Series No. 72.
- Sallenave, Jean Paul (1990). *Gerencia y planeación estratégica*. Editorial Norma. Bogotá D.C.
- Sampere, J. C. (2001). "Zinalco: una visión económica de la vinculación y la innovación".

- Sánchez, R. (2001). "Knowledge Management and Organizational Competence". Oxford University Press. Nueva York.
- Sanguino, R. (2003). "La gestión del conocimiento. Su importancia como recurso estratégico para la organización". *En línea*: <http://ciberconta.unizar.es>
- Savage, Charles M. (1996). *Fifth Generation Management: Co-Creating through Virtual Enterprising, Dynamic Team and Knowledge Networking*. Butterworth-Heinemann. Boston, Estados Unidos.
- Savinovich, Fabiola (2004). "Qué es Nasdaq?" *En Invertia EE.UU* On line: www.terra.com/finanzas. .
- Savioz, Pascal (2004). *Technology Intelligence: Concept Design and Implementation in Technology-based SME*. Palgrave MacMillan. Gordonsville, VA.
- Sbragia, R.; Rodrigues, I.; Baiao, M. y Rego, T. (2003). "Política e gestão da inovação tecnológica: Comparativo da evolução da disciplina no Brasil e na Iberoamérica". *En X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. 1-16. México.
- Schank (1995). *¿Cómo mejorar la inteligencia?* Alianza Editorial. España.
- Schlie, Theodore (1999). "La contribución de la tecnología a la ventaja competitiva". *En Manual de Gestión Tecnológica*, Tomo I, Editorial McGraw-Hill. Bogotá D.C.
- Schmookler, J. (1966). "Invention and economic growth". Harvard University Press. Cambridge.
- Schoemaker, H. y Mavaddat, M. (2001). "Planeación por escenarios para las tecnologías desbaratadoras". *En Wharton: gerencia de tecnologías emergentes*. (Javier Vergara Editor, ed.), Buenos Aires, Argentina.
- Schroeder, Roger (1992). *Administración de Operaciones*. Tercera Edición - Ed. Mc Graw-Hill. México.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Hanfer y Row publishers.
- Senge, Peter (1992). *La Quinta disciplina: el arte y práctica de la organización inteligente*. Granica. Buenos Aires.

- Serna, H. (1997). *Gestión estratégica. Planeación y gestión estratégica*. Serie empresarial Legis. Bogotá D.C.
- Shenhar, Aaron y Adler, Paul (1999). "La base tecnológica de la empresa". *Manual de gestión tecnológica*, Tomo I. Editorial McGraw-Hill. Bogotá D.C.
- Shenhav, Yehouda (1997). "Del caos a los sistemas: los fundamentos de la ingeniería en la teoría de la organización 1879-1932". En revista *Innovar* No. 9.
- Shewart, Walter A. (1991). "Gestión tecnológica y competitividad". Colcyt.
- Simon, K. (2003). "La creación de empresas de base tecnológica, una experiencia práctica". *Disponible en: www.cein.es/web/es/documentacion/creacion*.
- Sirera, L. (1993). "Negociación, compra y transferencia de tecnología en las telecomunicaciones". En *Memorias de conferencia*. Bogotá D.C.
- Snarch, A. (1998). "La innovación: estrategia del desarrollo empresarial". En *Seminario de Formación Empresarial*. Bogotá D.C.
- Snow, Richard. (1988). "Sobre la inteligencia." *¿Qué es la inteligencia? Enfoque actual de su naturaleza y su definición*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid.
- Solleiro, José Luis (1988). "La gestión y la administración de tecnología". En *Cuaderno del Instituto de Investigaciones Jurídicas* Año 3 - No. 9. México.
- Soriano, Claudio (1989). "El Plan de *marketing*". En Biblioteca de Manuales Prácticos de Marketing. Ediciones Díaz Santos S.A. Madrid.
- Sotaquirá, Ricardo y Gálvez, Lilia (1998). "Aprendiendo sobre el aprendizaje organizacional". En *línea: http://sistemika.homepage.com*
- Sotomayor, José. (2004). "La administración del conocimiento en las organizaciones modernas". En *Encuentro Anual de la Asociación de Ciencias Administrativas y Contables, Acacia*. México.
- Souitaris, V. (1999). "Research on the determinants of technological innovation: a contingency approach". En *International journal of innovation management* 3.

- Spendolini, Michael (1994). *Benchmarking*. Grupo Editorial Norma. Bogotá D.C.
- Spendolini, Michel; Fridel, D. y Workman, J. (1999). "Benchmarking: devising best practices from others". En *Graphic arts Monthly*, Vol. 71.
- Suárez, Manuel (2000). "Introducción a la epistemología". En epistemología, 2006.
- Sumanth, David y Sumanth, John (1999). "El enfoque de 'Ciclo de la tecnología' a la gestión tecnológica". En *Manual de gestión tecnológica*, Tomo I, Colombia.
- Suné, Albert (2004). "El impacto de las barreras de aprendizaje en el rendimiento de las organizaciones". Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- Szabo, Z. (1994). "La gestión de la innovación tecnológica en Biotecnología. Legislación y gestión biotecnológica para América Latina y el Caribe" Bogotá D.C.
- Takahashi, V. (2002). "Capacidades tecnológicas e transferência de tecnologia: estudo de múltiplos casos de indústria farmacêutica no Brasil e no Canadá".
- Takahashi, V. y Tacahashi, S. (2005). "Um modelo de transferência de conhecimento tecnológico: Aplicação na indústria farmacêutica". En *XI Seminário Latino-Iberoamericano de Gestão Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Tena, Joaquín (1992). "El entorno de la Empresa". Barcelona, España.
- Torres, R. (2002). "Bases para una política nacional de biotecnología. Informe final presentado al Departamento Nacional de Planeación – DNP". Dirección de Desarrollo Agrario. Bogotá D.C.
- UKDTI (1998). "Our competitive future: Building the knowledge economy". United Kingdom Department of Trade and Industry. Secretary of State for Trade and Industry. London.
- Ulrich, D.; Von Glinow, M. y Jick, T. (1993). "High impact learning: Building and diffusing learning capability. Organizational dynamics".

- Universidad Externado (2006). *Avances de estrategias y prospectiva*. Francisco Mojica. Bogotá.
- Uribe, A. (1997). "Transferencia de tecnología dura a nivel internacional – mecanismos de negociación". Institut Universitaire de Technologie. Maïure de Conférences de la Universidad de Grenoble.
- Valerio, A. y Urban, E. (2005). «Prospecção tecnológicas emergentes: um estudo de caso do sector petroquímico». En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Valton, E. (2005). "Vigilancia tecnológica: oportunidades para la innovación en hidroenergía". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Vargas, Freddy y Castellanos, Óscar (2005). "Vigilancia como herramienta de innovación y desarrollo tecnológico. Caso de aplicación: sector de empaques plásticos flexibles". En revista *de Ingeniería e Investigación*, Vol. 25.
- Vargas, M.; Malaver, F. y Zerda, A. (2003). "La innovación tecnológica en la industria colombiana. CEJA- OCYT- Colciencias. Bogotá.
- Vasconcellos, Eduardo (1990a). Technology planning - a practical experience. En *Conference of technology management*.
- _____ (1990b). "Estructura organizacional para la innovación en la empresa". En *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología No. 27*.
- _____ (2004). "Identificação de necessidades tecnologicas". En *memorias del taller: Diagnóstico tecnológico-competitivo en empresas industriales*, Bogotá.
- Vega, J.; Gutiérrez, A.; Fernández, I. y Manjarrés, L. (2005). "Los determinantes de la innovación tecnológica en la empresa: una aproximación a través del concepto de capacidad de absorción". En *XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Salvador de Bahía, Brasil.
- Vidal, F. (1996). "¿Se necesita el tema de gestión en Ingeniería?". En *XVI Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería*. Bogotá D.C.

- Villamizar, Rodrigo y Mondragón, Juan Zenshin (1996). *Lecciones de los países del Asia-Pacífico en tecnología, productividad y competitividad*. Editorial Norma. Santa Fe de Bogotá.
- Villegas, L.C. (2005). "Por un desarrollo sostenible y competitivo: separata de innovación y desarrollo empresarial". En *Portafolio*, pp. 1-12, Bogotá.
- Vio Grossi, Francisco (1983). *La investigación participativa en América Latina*. Crefal. México.
- Waissbluth, Mario (1990). "El paquete tecnológico y la innovación". En *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología* No. 26.
- Watson, Gregory (1995). *Benchmarking estratégico*. Editorial Vergara. Buenos Aires.
- White, Jhon (1995). "The concept of intelligence". En *Journal of Philosophy of Education* 29: 447-450.
- Wiig, Karl (1998). "Perspectives on introducing enterprise knowledge management". *2nd International Conference on Management*. Basel, Suiza.
- Wissensmanagement, Forum (2003). "An Illustrated Guide to Knowledge Management". Wissensmanagement Forum. Graz (Austria).
- Yuste, Carlos (2006). "Intervención con un nuevo programa de mejora de la inteligencia". Universidad Complutense de Madrid.
- Zeraoui, Z. (2000). *Modernidad y posmodernidad*. Noriega Editores. México.
- Zerda, Álvaro y Rincón Guille, Nicolás (1998). "La pequeña y la mediana industrias en la encrucijada". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Zoltán, Szabo (1993). "La gestión de la innovación tecnológica en la biotecnología. Biotecnología: legislación y gestión para América Latina."

Este libro se termino de imprimir
en diciembre 2007,
en la Unidad de Publicaciones
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Colombia
Impresión 200 Ejemplares
Bogotá, D.C. - Colombia

