

Retos y Nuevos Enfoques en la **Gestión** de la **Tecnología** y del **Conocimiento**

Oscar Fernando Castellanos Domínguez

Claudia Jiménez
Francisca Rojas
Luz Marina Torres

Diana Ramírez
Maria Eugenia Morales
Maria Elena García

Aida Fúquene
Andrés León
Sandra Fonseca



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

RETOS Y NUEVOS ENFOQUES EN LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y DEL CONOCIMIENTO

Oscar Fernando Castellanos Domínguez

Coautores:

**Claudia Nelcy Jiménez Hernández
Diana Cristina Ramírez Martínez
Aida Mayerly Fúquene Montañez
Francisca Rojas Santoyo
Maria Eugenia Morales Rubiano
Andrés Mauricio León López
Luz Marina Torres Piñeros
Maria Elena García Vergara
Sandra Lorena Fonseca Rodríguez**

**Programa Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en
Gestión, Productividad y Competitividad – BioGestión**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

RETOS Y NUEVOS ENFOQUES EN LA GESTIÓN
DE LA TECNOLOGÍA Y DEL CONOCIMIENTO

Copyright © 2008 Oscar Fernando Castellanos Domínguez
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia

Bogotá D.C., Colombia

ISBN: 978-958-719-053-3

Diseño de Portada: Willian Garibello

Diagramación y asistencia editorial: Karen Domínguez

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

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento a todos los colegas y las entidades que han participado en este proceso, sin las cuales no habría sido posible la culminación de la presente publicación:

A la ingeniera Karen Domínguez por su lectura, revisión crítica y apoyo en el proceso editorial.
Al ingeniero Mauricio Montañez por su aporte en la conceptualización de las herramientas, durante los años de permanencia en el grupo.

A los investigadores Alexandra Montoya e Iván Montoya por su respaldo y profesionalismo, reflejados en sus constantes contribuciones al grupo de investigación.

A la Universidad Nacional de Colombia, *Alma mater* del programa interdisciplinario BioGestión, por brindar espacios para el debate y la construcción de conocimiento.

A las Facultades de Ingeniería, Ciencias Económicas y Agronomía, encabezadas por sus directivos, quienes han ofrecido apoyo permanente para el fortalecimiento de nuestra actividad académica.

A los integrantes de BioGestión, por sus valiosos comentarios y sugerencias para mejorar el resultado de este esfuerzo.

Finalmente, deseamos expresar un especial y sentido reconocimiento al apoyo de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, que otorgó recursos a BioGestión, por su clasificación como grupo A de Colciencias, permitiendo su fortalecimiento y la realización de este proyecto editorial.

ACERCA DEL AUTOR

OSCAR FERNANDO CASTELLANOS DOMÍNGUEZ

Ingeniero Químico (1990), Magíster en Ciencias Técnicas (1992), Magíster en Administración (2002), Ph.D. en Química (1995), Estudios posdoctorales en Biotecnología de enzimas (2005).

Ha sido: investigador científico de la empresa BioChemMack, filial de la transnacional BioRad, investigador invitado de la Universidad de Leipzig - Alemania, Investigador principal la Empresa Colombiana de Productos Veterinarios - Vecol. Ha realizado investigaciones en Ingeniería de Producción, Biotecnología, Gestión Tecnológica y Educación. Autor de más de 150 artículos y ponencias publicadas a nivel nacional e internacional. Responsable de las Relaciones Culturales por Colombia en la Federación de Rusia (1994-1995). Conferencista y Participante en eventos relacionados con el desarrollo científico e industrial. Ha sido Jefe de la Unidad de Innovación Tecnológica (1998-2000), Vicedecano y Decano (e) de la Facultad de Ingeniería (2002, 2004), Director (e) Instituto de Ensayos e Investigaciones (2001) de la Universidad Nacional de Colombia; así como miembro de: Asociación Colombiana de Gestión Tecnológica - Acoltec (1998-1999), Asociación Colombiana de Ingeniería - Aciem, Junta directiva del Centro Red Metalmeccánico (1998-2000, 2004-2006), Junta Directiva del Centro de Desarrollo Tecnológico para la Competitividad de la Industria de la Comunicación Gráfica - Cigraf (2002-2005); Corporación de Alianzas Empresariales - Acopi (1998-2000). Fundador y Director de la Revista Colombiana de Biotecnología (1997-2001), Asesor de la Revista Colombiana de Educación en Ciencias. Ha ejercido la docencia en: Universidad Estatal de Moscú, Universidad Pedagógica Nacional, Pontificia Universidad Javeriana y Universidad Nacional de Colombia. Evaluador de Colciencias y de Concursos Nacionales de Ingeniería, así como del Consejo Nacional de Acreditación - Ministerio de Educación. Ha participado como director, asesor e investigador en proyectos de desarrollo empresarial y gremial, gestión tecnológica, gestión universitaria y desarrollo organizacional.

Actualmente es: Director del Grupo de Investigación en Gestión, Productividad y Competitividad - BioGestión de la Universidad Nacional (Desde 2000), categorizado A por Colciencias; Director de la Revista Ingeniería e Investigación (2004-), categorizada A2; Miembro del Comité Editorial de la Revista de Ciencias Administrativas y Sociales – Innovar (2003-), categorizada A2; Miembro del Comité editorial de la Revista Colombiana de Biotecnología (2001-) categorizada C; Director de la Comisión Nacional de Asuntos Universitarios de la Asociación colombiana de Ingeniería - Aciem (2004-2008); Miembro de la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica - Altec (2003-); Miembro de número de la Academia Mexicana de Ciencias Administrativas (2005-).

ACERCA DE LOS COAUTORES

A continuación se referencian los coautores según su orden de aparición en el libro.

CLAUDIA NELCY JIMÉNEZ HERNÁNDEZ (Capítulo 1 y Capítulo 4)

Ingeniera Química (2000) y Magíster en Administración (2007) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Tesis de maestría con mención meritoria. Integrante del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión desde el año 2000, ha participado en la formulación y gestión de varios proyectos en las áreas de gestión tecnológica, organizacional, de procesos universitarios y de divulgación del desarrollo científico. También se desempeñó como directora ejecutiva de la Revista Colombiana de Biotecnología (Instituto de Biotecnología UN), profesional asistente de la Vicedecanatura de Bienestar en la Facultad de Ingeniería (Universidad Nacional), evaluadora técnica de instrumentos de promoción de exportaciones del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Secretaria técnica nacional de la cadena productiva del tabaco (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), ejecutora del proyecto de Autoevaluación con fines de acreditación del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional y Coordinadora del Sistema de Gestión Tecnológica de la misma Institución (Dirección Nacional de Extensión). Actualmente es docente de dedicación exclusiva de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

DIANA CRISTINA RAMÍREZ MARTÍNEZ (Capítulo 2)

Ingeniera Química (2005) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Estudios de Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Integrante del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión desde el año 2004, con experiencia investigativa en áreas de gestión tecnológica e inteligencia tecnológica, al igual que en áreas de biotecnología (enzimas y bioprocesos). Conocimiento y habilidad en el desarrollo de ejercicios de vigilancia tecnológica. Ha escrito artículos y ponencias para eventos nacionales e internacionales. Ha participado como conferencista en cursos de las facultades de Ingeniería y Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y en la asesoría de trabajos de grado. Actualmente es coordinadora editorial de la Revista Ingeniería e Investigación.

AIDA MAYERLY FÚQUENE MONTAÑEZ (Capítulo 2 y Capítulo 6)

Ingeniera Industrial (2006) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Estudios de Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Integrante del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión desde el año 2005, con experiencia investigativa en áreas de gestión tecnológica y vigilancia tecnológica. Ha publicado los resultados de su trabajo en revistas y eventos nacionales e internacionales. También ha participado en la ejecución y coordinación de proyectos de previsión tecnológica e industrial mediante la aplicación de herramientas de gestión tecnológica con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo durante los últimos 2 años. Actualmente complementa sus actividades de investigadora con la ejecución de proyectos de Direccionamiento Estratégico de la Ciencia y Tecnología en el sector Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

FRANCISCA ROJAS SANTOYO (Capítulo 2)

Ingeniera de Sistemas (2006) y Magíster en Administración (2007) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Vinculada al Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión, desde el año 2005, siendo sus áreas de interés la gestión tecnológica y los sistemas inteligentes. Ha publicado los resultados de su trabajo en eventos nacionales e internacionales. Experiencia en el acompañamiento y formulación de proyectos para el Fondo Emprender. Actualmente es docente de la Escuela de Administración y Contaduría de la Universidad Nacional, en el área de investigación operativa, así como de la Universidad Central.

MARIA EUGENIA MORALES RUBIANO (Capítulo 3)

Administradora de Empresas (2002) y Magíster en Administración (2006) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Las tesis de Pregrado y Maestría fueron calificadas como Meritorias. Vinculada a BioGestión desde 2001. Cuenta con experiencia en la Coordinación de Exámenes de Calidad de la Educación Superior ECAES en administración. Ha realizado proyectos de investigación en temas relacionados con cadenas productivas agroindustriales, competitividad, gestión tecnológica e innovación. Ha sido asistente de la Dirección de la Escuela de Administración de Empresas y Contaduría Pública de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia. Ha realizado publicaciones en revistas académicas y participado como ponente en varios eventos nacionales e internacionales. Se desempeñó como docente de tiempo completo de la Universidad Central. Actualmente es docente de tiempo completo de la Universidad Militar Nueva Granada y Catedrática de la Universidad Nacional de Colombia en las áreas de Fundamentos de Administración, Teoría Organizacional, Gerencia, Competitividad e Innovación Empresarial.

ANDRÉS MAURICIO LEÓN LÓPEZ (Capítulo 3)

Ingeniero Industrial (2006) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Especialista en Evaluación y Desarrollo de Proyectos (2007) de la Universidad del Rosario de Colombia. Ha trabajado con el Grupo de Investigación en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión, y recientemente con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia y con el Fondo Colombiano para la Pequeña y Mediana Empresa – Fomipyme. Coautor de varios artículos en revistas indexadas nacionales Categoría A, ponencias internacionales y estudios en temáticas de vigilancia tecnológica y análisis de patentes. Coautor de libros en Gestión de Tecnología. Actualmente está vinculado al Instituto Colombiano para el Avance de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias) en Vigilancia y Prospectiva Tecnológica.

LUZ MARINA TORRES PIÑEROS (Capítulo 5)

Ingeniera Química (2005) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Estudios de Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Integrante del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión desde el año 2003, siendo sus áreas de interés la inteligencia tecnológica, planeación y asociatividad. Ha publicado los resultados de su trabajo en revistas y eventos nacionales e internacionales. También ha participado en la gestión, ejecución y coordinación de proyectos académicos en acreditación y direccionamiento estratégico, así como de proyectos empresariales y sectoriales en prospectiva, vigilancia tecnológica, inteligencia tecnológica e integración. Actualmente complementa sus actividades de investigadora con la ejecución de proyectos de Direccionamiento Estratégico de la Ciencia y Tecnología en el sector Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

MARIA ELENA GARCÍA VERGARA (Capítulo 5)

Ingeniera Industrial (2000) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Magíster en Administración (2007) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Integrante del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión desde el año 2006, siendo sus áreas de interés en investigación la gestión tecnológica y la integración empresarial. Ha publicado los resultados de su trabajo en revistas y eventos nacionales e internacionales. Experiencia en procesos de producción de plantas industriales, en metodologías de evaluación como el *benchmarking*, así como en formulación y evaluación de planes de negocios. Actualmente es docente de la Universidad Central y de la Universidad Nacional de Colombia.

SANDRA LORENA FONSECA RODRÍGUEZ (Capítulo 6)

Ingeniera Industrial (2006) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Estudios de Maestría en Administración en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Integrante del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión desde el año 2005, siendo sus áreas de interés el direccionamiento estratégico, la integración empresarial y la gestión tecnológica. Conocimiento, desarrollo y coordinación de ejercicios de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica. Ha publicado los resultados de su trabajo en revistas y eventos nacionales e internacionales como IBERGECYT, ACACIA, ALTEC, entre otros. También ha participado en proyectos para el Centro de Desarrollo Tecnológico para la Competitividad de la Industria de la Comunicación Gráfica CIGRAF, el Ministerio de Comercio Industria y Turismo y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Actualmente complementa sus actividades de investigadora con la ejecución de proyectos de Direccionamiento Estratégico de la Ciencia y Tecnología en el sector Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO.....	1
PRESENTACIÓN.....	2
CAPÍTULO 1 RETOS DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL SIGLO XXI.....	5
1.1 GESTIÓN TECNOLÓGICA: CONCEPTO Y ALCANCE.....	5
1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA.....	7
1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA.....	11
1.3.1 Nivel mundial.....	11
1.3.2 Colombia.....	14
1.4 RETOS DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA.....	20
1.5 CONCLUSIONES.....	23
1.6 BIBLIOGRAFÍA.....	24
CAPÍTULO 2 LA INFORMACIÓN: BASE PARA LA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y DE LA TECNOLOGÍA.....	27
2.1 REPRESENTACIÓN Y MEDICIÓN PARA LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA.....	28
2.1.1 Los mapas como herramientas para la representación de conocimiento.....	28
2.1.2 Análisis y medición de la información.....	38
2.2 LA VIGILANCIA: HERRAMIENTA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TECNOLÓGICA.....	43
2.2.1 Evolución de la vigilancia y herramientas afines.....	43
2.2.2 La vigilancia tecnológica como herramienta para la generación de conocimiento y estrategia en las organizaciones.....	47
2.3 MÉTODOS COMPUTACIONALES PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN.....	50
2.3.1 Métodos simbólicos de inteligencia artificial.....	53
2.3.2 Métodos subsimbólicos de inteligencia artificial.....	54
2.3.3 Minería de datos.....	55
2.3.4 Aplicaciones.....	55
2.4 CONCLUSIONES.....	58
2.5 BIBLIOGRAFÍA.....	59
CAPÍTULO 3 GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	70
3.1 GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO.....	71
3.2 EL SIGNIFICADO DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	74
3.2.1 La gestión del conocimiento y el capital intelectual.....	75
3.2.2 El conocimiento y el aprendizaje organizacional.....	76
3.3 LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA.....	78

3.4	EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA (EBT) EN ECONOMÍAS EMERGENTES.....	80
3.4.1	Características de las empresas de base tecnológica.....	81
3.4.2	Desarrollo de los sectores de base tecnológica en economías emergentes de América Latina.....	83
3.4.3	La Gestión de las EBT en Latinoamérica.....	85
3.4.4	Brechas en relación con las características específicas de las EBT.....	86
3.5	RETOS PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA GENERACIÓN DE EBT EN ECONOMÍAS EMERGENTES.....	88
3.5.1	En el nivel de las EBT.....	88
3.5.2	En el nivel de interacciones con el entorno y de gobierno.....	89
3.6	CONCLUSIONES.....	91
3.7	BIBLIOGRAFÍA.....	92

CAPÍTULO 4 PERSPECTIVAS DEL ENFOQUE ORGÁNICO EN LA GESTIÓN TECNOLÓGICA..... 103

4.1	LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS EN EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL.....	105
4.1.1	Papel de la Teoría de Sistemas y la Cibernética.....	106
4.1.2.	La organización como organismo.....	107
4.1.3	Gerencia inmunológica.....	108
4.1.4	Otros aportes biológicos al entendimiento de la organización y su gestión.....	109
4.2	APORTES DE LAS BIOCENCIAS A LA GESTIÓN TECNOLÓGICA.....	112
4.2.1	Incidencia de las biociencias en gestión tecnológica en los países industrializados.....	112
4.2.2	Papel de las biociencias en países de América Latina.....	117
4.3	PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA A PARTIR DEL APORTE DE LAS BIOCENCIAS.....	118
4.3.1	Aprendizaje a partir de la contribución de la visión sistémica.....	119
4.3.2	Empleo de analogías y metáforas.....	120
4.3.3	Desarrollo de procesos de inteligencia.....	122
4.3.4	Consideraciones sobre el aporte de las biociencias a la gestión tecnológica en economías emergentes.....	123
4.4	CONCLUSIONES.....	123
4.5	BIBLIOGRAFÍA.....	124

CAPÍTULO 5 LA INTELIGENCIA TECNOLÓGICA COMO CAPACIDAD PARA LA TOMA DE DECISIONES ESTRATÉGICAS..... 131

5.1	SURGIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA EN LA GESTIÓN TECNOLÓGICA.....	131
5.2	EL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA COMO UNA CAPACIDAD PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	133
5.2.1	Fundamentos conceptuales para la interpretación del sistema de inteligencia tecnológica.....	134
5.2.2	Estructura y características del Sistema de Inteligencia Tecnológica.....	136
5.2.3	Ámbitos de aplicación de la Inteligencia Tecnológica.....	139

5.3	LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA.....	141
5.4	EL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA APLICADO EN EL DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO.....	147
5.4.1	Caso A: estudio prospectivo en la cadena productiva del tabaco colombiana.....	148
5.4.2	Caso B: definición de la agenda de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena productiva de cacao-chocolate colombiana.....	150
5.4.3	Caso C: estudio de previsión tecnológica industrial para la industria del software y servicios asociados.....	153
5.4.4	Retos en la implementación de sistemas de inteligencia tecnológica.....	155
5.5	EL APORTE DE LA COMPLEJIDAD EN EL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA.....	161
5.5.1	Elementos destacados de la complejidad para el estudio de los sistemas.....	162
5.5.2	Integración de la complejidad en el sistema de inteligencia tecnológica.....	164
5.5.3	La complejidad en los atributos del sistema de inteligencia tecnológica.....	167
5.6	CONCLUSIONES.....	169
5.7	BIBLIOGRAFÍA.....	170
 CAPÍTULO 6 IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y DE LA TECNOLOGÍA COMO SERVICIOS.....		174
6.1	CONTEXTO ACTUAL DE LOS SERVICIOS DE CONOCIMIENTO: SOCIEDAD Y ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO.....	175
6.2	SERVICIOS BASADOS EN CONOCIMIENTO.....	176
6.2.1	Aproximación conceptual a los servicios.....	176
6.2.2	Características de los servicios.....	177
6.2.3	Servicios de Conocimiento.....	179
6.3	CONSIDERACIONES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE CONOCIMIENTO.....	181
6.3.1	Reconocimiento de los diferentes tipos de conocimiento que intervienen en la prestación del servicio.....	181
6.3.2	Transferencia de conocimiento.....	182
6.3.3	Generación de vectores de conocimiento.....	184
6.3.4	Grado de intervención del proveedor de servicios.....	185
6.3.5	Manejo de la relación cliente-proveedor.....	186
6.3.6	Manejo de contextos.....	186
6.3.7	Capacidad de negociación.....	187
6.3.8	Gestionar las evidencias.....	187
6.3.9	Protocolización de la prestación de servicios.....	187
6.3.10	Prestación del servicio con calidad.....	188
6.4	UNIDADES PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIOS DE CONOCIMIENTO.....	189
6.4.1	Fundamentos para la generación de una estructura.....	189
6.4.2	Experiencias internacionales en el diseño de unidades de vigilancia tecnológica.....	193
6.4.3	Bases para la estructuración de unidades de vigilancia tecnológica.....	196
6.4.4	Extrapolación hacia los servicios de inteligencia.....	199
6.5	CONCLUSIONES.....	201
6.6	BIBLIOGRAFÍA.....	202

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Evolución histórica de la gestión tecnológica en diversos contextos.....	8
Figura 1-2. Dinámica de áreas en gestión tecnológica.....	12
Figura 1-3. Dinámica de las áreas más relevantes en gestión tecnológica entre 2000 y 2006.....	13
Figura 1-4. Dinámica de la producción total de los grupos de investigación en gestión tecnológica.....	16
Figura 1-5. Dinámica de producción de trabajos de grado en gestión tecnológica.....	17
Figura 1-6. Programas académicos en los que se han generado trabajos de grado en gestión tecnológica.....	18
Figura 2-1. Funciones dinámicas de los hemisferios cerebrales.....	30
Figura 2-2. Mapa mental del libro “El libro de los mapas mentales” de Buzán (2002).....	32
Figura 2-3. La estructura de un mapa conceptual.....	33
Figura 2-4. Estructura general del Mapa temático.....	34
Figura 2-5. Ejemplo de un dendrograma.....	35
Figura 2-6. Mapa tecnológico de las principales redes de investigación por temáticas relacionadas con la cadena productiva de cacao – chocolate.....	36
Figura 2-7. Representación del aporte de las métricas a la VT.....	44
Figura 2-8. Apepciones de la vigilancia empleadas en el nivel mundial.....	45
Figura 2-9. Procedimiento de vigilancia.....	48
Figura 2-10. Principales áreas temáticas de métodos computacionales para el manejo de la información.....	51
Figura 2-11. Categorías de los sistemas inteligentes.	52
Figura 3-1. Modelo de creación de conocimiento.....	73
Figura 3-2. Innovación tecnológica en EBT.....	87
Figura 4-1. Papel de la Biogestión en las organizaciones y los procesos productivos	110
Figura 4-2. Hormesis organizacional.....	111
Figura 4-3. Autores con mayor cantidad de publicaciones en conceptos biológicos y gestión tecnológica.....	113
Figura 4-4. Principales áreas de los artículos sobre atributos de la vida aplicados a la gestión tecnológica.....	114
Figura 4-5. Dinámica de áreas relevantes en procesamiento inteligente de información..	116
Figura 5-1. Sistema de inteligencia tecnológica.....	137
Figura 5-2. Objetivos de la implementación de las herramientas básicas del sistema de inteligencia tecnológica y atributos de la información involucrada.	138
Figura 5-3. Ubicación geográfica de entidades que prestan servicios asociados a la inteligencia tecnológica.....	141

Figura 5-4. Composición de un sistema de inteligencia tecnológica.	144
Figura 5-5. Ruta metodológica para el estudio prospectivo de la cadena productiva del tabaco.....	150
Figura 5-6. Evaluación de los casos de implementación de los SIT.....	157
Figura 5-7. La organización como sistema complejo adaptativo superior.....	164
Figura 5-8. Niveles del sistema de inteligencia tecnológica.....	165
Figura 5-9. Los atributos del sistema de inteligencia tecnológica desde la complejidad...	167
Figura 6-1. Escala de intangibilidad.....	178
Figura 6-2. Dinámica del conocimiento para un proveedor de servicios.....	183
Figura 6-3. Dinámica de la intensidad de intervención del proveedor.....	185
Figura 6-4. Dinámica de la capacidad endógena del cliente.....	185
Figura 6-5. Formas de organización y entornos cambiantes.....	190
Figura 6-6. Diseño para la unidad de vigilancia tecnológica en una empresa de bajos recursos.....	193
Figura 6-7. Diagrama de procesos de un sistema de VT para un centro de I+D.....	194
Figura 6-8. Funcionamiento de un sistema de vigilancia tecnológica.	194
Figura 6-9. Diseño de una red de VT.....	195

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Grupos de investigación relacionados con la gestión tecnológica.....	15
Tabla 1-2. Brechas entre Latinoamérica y los países desarrollados en gestión tecnológica (GT).....	19
Tabla 2-1. Elementos relevantes de las principales métricas.....	41
Tabla 3-1. Clasificación de activos intangibles.....	76
Tabla 3-2. Características de las organizaciones que aprenden y no aprenden.....	78
Tabla 3-3. Roles de las empresas según el grado de tecnología y aprendizaje.....	79
Tabla 3-4. Características de las empresas de base tecnológica.....	82
Tabla 3-5. Características de la gestión en EBT latinoamericanas.....	86
Tabla 5-1. Perfiles de entidades que prestan servicios relacionados con Inteligencia Tecnológica.....	142
Tabla 5-2. Aplicación del sistema de inteligencia en la cadena productiva del tabaco en Colombia (2006)	151
Tabla 5-3. Aplicación del SIT en la definición de la agenda prospectiva de investigación de la cadena productiva de cacao-chocolate (2007)	154
Tabla 5-4. Aplicación del SIT en el direccionamiento estratégico de la industria del software en Colombia (2007)	156
Tabla 5-5. Características de casos de estudio de la implementación del SIT.....	157
Tabla 5-6. Convergencias favorables y desfavorables en los casos de implementación del SIT analizados.....	160
Tabla 6-1. Principales elementos para la reconfiguración de las organizaciones.....	189
Tabla 6-2. Nuevas formas de organización.....	190
Tabla 6-3. Diferenciación entre estructuras de organización.....	191
Tabla 6-4. Diferencias entre estructura orgánica y mecanicista.....	193
Tabla 6-5. Características estructurales para una unidad de vigilancia.....	197
Tabla 6-6. Entidades prestadoras de servicios de gestión tecnológica en el mundo.....	200

PRÓLOGO

La generación y transferencia de conocimiento es una misión establecida en la Universidad Nacional de Colombia, orientada a la formulación de soluciones pertinentes para la problemática de país y debe, por tanto, ser un objetivo de la actividad académica de sus grupos de investigación científica y tecnológica.

Es así como grupos pertenecientes a nuestra *alma mater* han venido trabajando de forma permanente en la generación de soluciones y conocimiento, aprovechando las potencialidades de sus docentes, investigadores y estudiantes, fortaleciendo las capacidades académicas y de investigación en torno a la gestión de manera coherente con las necesidades del sector productivo y social. Sobresalen en este sentido el Laboratorio de Investigación en Sistemas Inteligentes - LISI, el Grupo de Investigación Complexus – UN, el Grupo de Economía Evolucionista e Institucional, El Programa Interdisciplinario en Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – BioGestión, entre otros, los cuales desde su enfoque particular, han contribuido a la conceptualización, análisis, aplicación y difusión de estas temáticas.

En esta oportunidad, el grupo de investigación **BioGestión**, mediante un trabajo analítico y reflexivo, expone un interesante enfoque conceptual y metodológico para abordar los temas en materia de gestión del conocimiento y de la tecnología, aspectos que son motivo de investigación en contextos nacionales e internacionales. En este libro, BioGestión presenta los resultados más destacados del desarrollo de sus proyectos en su misión de investigación, transferencia de conocimiento y búsqueda del fortalecimiento de la interacción entre la universidad, la industria, el Estado y la sociedad.

SONIA ESPERANZA MONROY VARELA Ing. M.Sc.
Directora del Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial
Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

PRESENTACIÓN

La gestión tecnológica se ha venido posicionando cada vez más en los procesos de toma de decisión estratégica, concernientes a los sistemas productivos y la generación de valor, por lo cual ha sido abordada principalmente desde la gestión y la ingeniería. Sin embargo, al tratarse de una temática relativamente nueva en países como los de la región, contando con un enfoque interdisciplinario aún no consolidado, con frecuencia se han presentado vacíos conceptuales, metodológicos y de formación que no han podido ser suplidos suficientemente desde cada una de sus disciplinas base. Por ello, se justifican los esfuerzos por enriquecer y aportar en el fortalecimiento de esta temática, los cuales redunden en la generación de conocimiento resultado de investigaciones, que a su vez deben ser asumidos con argumentación y profundidad. El enfoque y contenido del presente libro pretende precisamente ser un aporte en este sentido.

Con la implementación de cambios en todas las escalas sociales, el manejo del conocimiento dejó de ser un tema secundario para convertirse en el eje central de la competitividad. La gestión tecnológica ha tenido una evolución tanto en países desarrollados como en países con economías emergentes, pero estos avances no han sido semejantes debido a que cada ámbito socio-económico tiene particularidades que lo limitan o fortalecen. En este contexto las dinámicas de generación y aplicación de conocimiento en gestión tecnológica son cada vez más determinantes, definiendo el nivel de brechas, realizaciones y alcances de esta en diferentes tipos de economías y de sistemas productivos.

La existencia de masa crítica de investigadores y profesionales involucrados en gestión tecnológica se ha venido fortaleciendo en Colombia por medio de la creación y consolidación de grupos de investigación y por el apoyo de instituciones como Colciencias. El programa interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – BioGestión se encuentra inmerso en esta dinámica. BioGestión está clasificado como grupo de investigación categoría A de Colciencias y cuenta con la certificación de calidad de procesos a través del Centro de Investigaciones para el Desarrollo – CID, en el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2000 por medio de la evaluación realizada por la firma SGS Colombia S.A. BioGestión ha adelantado desarrollos en investigaciones y proyectos de impacto, está registrado en tres facultades de la Universidad Nacional de Colombia: Ingeniería, Ciencias económicas y Agronomía, de las cuales recibe apoyo en materia de infraestructura y recursos. Adicionalmente gestiona recursos propios, mediante la ejecución de proyectos con entidades externas.

El presente libro es una propuesta para la reflexión y un aporte a la discusión desarrollada por integrantes de BioGestión, los cuales desde diferentes disciplinas y experiencias abordan retos y nuevos enfoques para la generación, gestión y aplicación del conocimiento en la gestión tecnológica. Estos desarrollos han sido alcanzados en los últimos años de actividad investigativa y de consultoría, reflejada en la realización de proyectos como: Definición de agendas prospectivas de investigación y desarrollo de más de diez cadenas productivas, coordinación del premio Innova 2006, coordinación metodológica del estudio *Biotecnología – motor de desarrollo para la Colombia del 2015*, análisis de la competitividad sistémica de las empresas de base tecnológica, coordinación de la aplicación de sistemas de inteligencia tecnológica para el fortalecimiento del sistema nacional de ciencia y tecnología agrícola; entre otros. Los resultados obtenidos han sido discutidos en más de medio centenar de foros y eventos nacionales e internacionales. Se pretende que las propuestas expuestas a continuación sean una contribución en el ámbito académico para pregrado y posgrado, así como para las empresas, asociaciones y demás entidades y profesionales interesados en involucrar la gestión tecnológica y la gestión de conocimiento como elemento de apoyo a la creación de valor.

Inicialmente se presenta la gestión tecnológica desde su perspectiva histórica, las diferencias en su implementación en diversos contextos, analizando los retos desencadenados por los constantes cambios mundiales. Posteriormente se muestra la información como un insumo primordial para la generación de conocimiento y tecnología, cuyo análisis es factible a partir de la utilización de algunas herramientas e instrumentos de gran trascendencia para la toma de decisiones, entre estos la vigilancia tecnológica. Se aborda la gestión de conocimiento y la necesidad de evolución de las empresas tradicionales a empresas inteligentes, introduciendo el concepto de Empresas de Base Tecnológica (EBT) como alternativa para alcanzar mayor valor añadido en la actividad económica. El enfoque orgánico en la gestión tecnológica se evidencia partiendo del papel de las ciencias en la gestión organizacional, manifestando sus perspectivas de desarrollo y de aplicación en las economías emergentes. Se resalta la inteligencia tecnológica y su aporte, analizando los Sistemas de Inteligencia Tecnológica (SIT) como la capacidad para la toma de decisiones estratégicas. Complementariamente se valora el posible aporte del enfoque de la complejidad en los SIT. Finalmente se contextualiza la gestión tecnológica como un servicio basado en conocimiento, el cual debe ser realizado a partir del entendimiento del manejo de un intangible, haciendo énfasis en la importancia de la generación de unidades que permitan la transferencia y generación de conocimiento.

OSCAR FERNANDO CASTELLANOS DOMÍNGUEZ
*Coordinador del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión,
Productividad y Competitividad – BioGestión*

CAPÍTULO 1.

RETOS DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL SIGLO XXI

Claudia N. Jiménez H., Oscar F. Castellanos D.

En la actualidad, y con el imperativo de trascender el ámbito de la investigación y desarrollo e involucrarse en mayor medida con otras áreas de la organización y de su entorno, la gestión tecnológica requiere que la interdisciplinariedad que la caracteriza sea la base para profundizar y dar continuidad a la generación de marcos conceptuales sólidos así como metodologías y herramientas que fortalezcan su papel frente a dos aspectos relevantes hoy en día (Guimarães, 2005; Liao, 2005): (1) el status estratégico de la tecnología, considerando que la competitividad posee una base tecnológica, por lo que se requieren procesos productivos más eficientes, que agreguen valor, minimicen la contaminación, incrementen la calidad, entre otros aspectos; (2) la consolidación de la sociedad del conocimiento y el dramático proceso de informatización experimentado desde hace algunas décadas, en donde se evidencia una relación simbiótica entre comunicación, cultura y tecnología, marcada por el progreso en la informática y las telecomunicaciones.

En los siguientes acápite se aborda el tema de la gestión tecnológica, iniciando por su conceptualización y realizando un análisis de su evolución histórica y de sus principales características en la actualidad, para finalizar con la identificación de las brechas y retos que debe afrontar en el marco de las actuales dinámicas mundiales enfocadas a la globalización, las redes, el conocimiento y el aprendizaje.

1.1 GESTIÓN TECNOLÓGICA: CONCEPTO Y ALCANCE

La gestión tecnológica surgió como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico con el sentido estratégico que se le ha conferido dentro de la organización. Este es un campo interdisciplinario en el que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencia y administración con el fin de realizar la planeación, el desarrollo y la implantación de soluciones tecnológicas que contribuyan al logro de los objetivos estratégicos de una organización (Solleiro, 1988; Vasconcellos, 1990; Mejía, 1998; Gaynor, 1999). Involucra la conducción de todos los aspectos relacionados con la generación e introducción de cam-

bios tecnológicos en la empresa, permitiendo catalizar innovaciones en los sistemas estratégicos, gerenciales, culturales, organizativos y de infraestructura a su interior.

Como proceso, la gestión de la tecnología abarca la planeación, dirección, control y coordinación del desarrollo e implementación de capacidades tecnológicas para formular y alcanzar los objetivos estratégicos y operacionales de la organización (Task Force on Management of Technology, 1987). Por ello, según Linn *et al.* (2000) y Martínez (2002) la gestión tecnológica no debe limitarse solo a la atención de necesidades respecto a un conjunto de tecnologías específicas, sino que también debe formular y desarrollar estrategias con base en los recursos disponibles, las tecnologías actuales, los mercados futuros y el ambiente socioeconómico, además de responder por la transferencia, los cambios técnicos, la normalización y el control de calidad.

Dentro de la gestión tecnológica, los procesos para la innovación son planteados como fuente de competitividad en la empresa. La innovación 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. Sus objetivos 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 (Ait-El-Hadj, 1990).

La innovación desarrolla cambios tecnológicos, basados en los productos y en la organización como 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, 1998). Un país difícilmente podrá encontrar los cambios necesarios para enfrentar los desafíos del futuro, sin una estrategia de innovación que favorezca la evolución del conocimiento científico, del desarrollo tecnológico y de la modernización del sector productivo (Marcovitch, 1990).

Además, según Zerda y Rincón (1998), es posible señalar la relación que existe entre el tamaño de la empresa y sus niveles de innovación. Frente a ello se argumenta que las empresas grandes, debido a sus economías de escala en investigación y desarrollo que les permiten mayores facilidades para conformar grupos de investigación, son, de una manera más que proporcional, más innovadoras que las pequeñas. Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas – PYMES, gracias a que pueden aprovechar las ventajas de las economías de variedad, calidad y flexibilidad para fabricar bienes en pequeños lotes dirigidos a mercados segmentados, están en capacidad de originar características propias de la innovación para generar ventajas competitivas.

Por tanto, las PYMES se sustentan en el hecho de no necesitar grandes volúmenes de inversión y en la posibilidad de arrendar, que hace que sus costos fijos sean menores a los de las grandes empresas, lo cual les permite obtener un rápido ajuste a las condiciones cambiantes de la demanda. En síntesis, las empresas innovadoras tienen como elemento

común una estrategia empresarial interactiva con la estrategia tecnológica, que revela una clara orientación hacia el mercado.

Para lograr una efectiva gestión de la tecnología es importante la existencia de una comunicación fluida e integración del área o departamento encargado de esta función con las demás áreas de la empresa. Si bien la mayor parte de los insumos básicos para el desarrollo de la gestión tecnológica consiste en conocimientos técnicos y científicos, hay otros insumos provenientes de las áreas comercial, financiera, administrativa, etcétera, que también participan activamente en las distintas etapas de producción, utilización y comercialización de paquetes tecnológicos. Como base esencial también deben incluirse las fuentes que provean información sobre el mercado, la competencia, la publicidad, la legislación, el financiamiento, las tendencias, etcétera.

Es necesario que las organizaciones gestionen el conocimiento que representa la tecnología, el cual cumple una función medular en la vida de la entidad productora. Lo anterior implica manejar y desarrollar ciertas capacidades, 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 en los clientes. La capacidad de gestión tecnológica 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).

Los empresarios deben buscar la excelencia, la innovación, la autoevaluación y la adopción de mejores prácticas laborales y gerenciales considerando que no solo la mejora en la productividad de las firmas y en la eficiencia de las cadenas productivas (flujos continuos y discontinuos, y agregación de valor que siguen los productos primarios hasta llegar al consumidor final), garantiza *per se* la capacidad de competir (Kearns y Nadler, 1992; Spadolini, 1992). Es aquí donde entra en acción la gestión tecnológica como área o subsistema vital para la empresa.

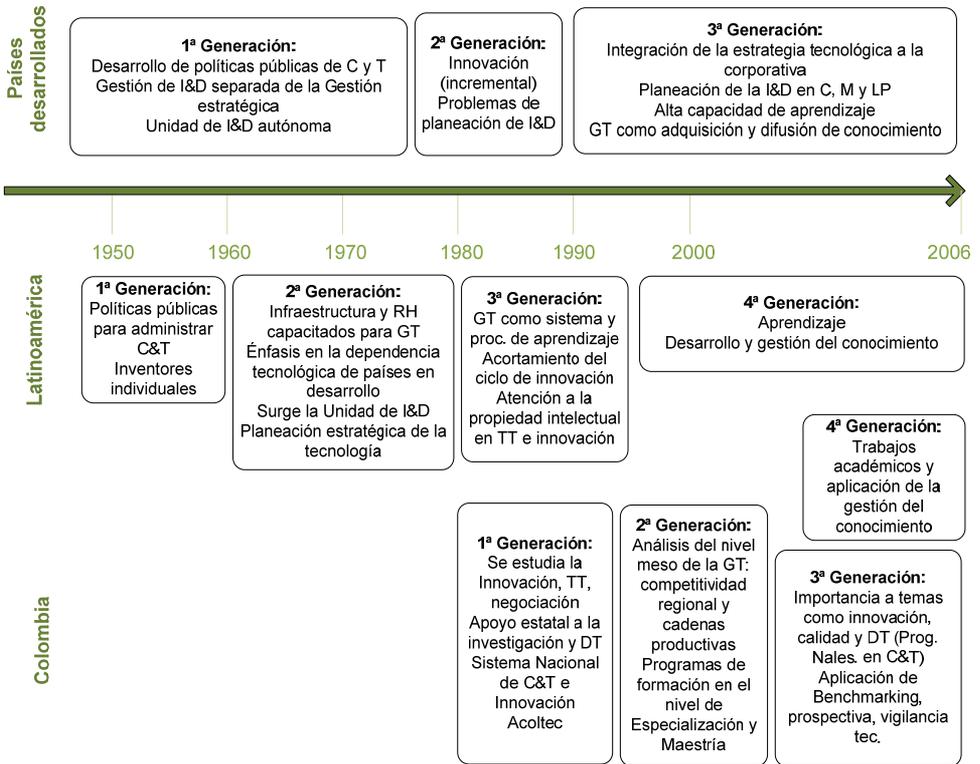
1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

El desarrollo de la gestión tecnológica como campo de aplicación de conocimientos en diversas disciplinas y actividad fundamental para el avance tecnológico de las organizaciones y los países, ha presentado especificidades en el ámbito de las economías emergentes que no necesariamente coinciden con lo que ha acontecido en los países industrializados. Por tanto, es necesario revisar la evolución histórica de la gestión de la tecnología en diferentes contextos (ver Figura 1-1), con el fin de establecer las brechas que deben ser superadas para acelerar el progreso de los países de la región.

Desde sus orígenes, la gestión tecnológica ha recibido diferentes denominaciones, a partir de las cuales Drejer (1997) identificó cuatro escuelas de pensamiento relacionadas con: (1) la gestión de la investigación y desarrollo; (2) la gestión de la innovación; (3) la planeación tecnológica y, finalmente, (4) la gestión estratégica de la tecnología. Este autor

señala que, de esa forma, la gestión tecnológica se ha establecido, gradualmente, como una disciplina académica durante las dos últimas décadas. A su vez, Lichtenthaler (2003) y Chiaromonte (2004) señalan la existencia de varias etapas o generaciones en la evolución de la gestión tecnológica en los países desarrollados, con base en el progreso de la integración de la tecnología a la estrategia corporativa.

Figura 1-1. Evolución histórica de la gestión tecnológica en diversos contextos



Fuente: Jiménez et al. (2007)

En la **primera generación de la gestión tecnológica**, cuyos inicios se ubican en la época en que finalizó la segunda guerra mundial, se promovió en todos los países desarrollados el campo de las políticas públicas de fomento a la ciencia y la tecnología, inspirado en el modelo propuesto por Vannevar Bush en el documento “Ciencia, la frontera infinita”, presentado en 1945 al presidente de los Estados Unidos. Los estados industrializados occidentales, siguiendo el ejemplo de ese país, se implicarían activamente en la financiación de la ciencia básica, esperando que el desarrollo tecnológico y el progreso social llegasen por añadidura (López, 1998; Albornoz, 2002). Hacia la década de los años sesenta y parte de los años setenta, la gestión tecnológica tuvo como características principales la debilidad de un marco estratégico de largo plazo para la gestión de la investigación y desarrollo (relacionada con la primera escuela identificada por Drejer y referenciada anteriormente) y la nula relación entre la estrategia corporativa y la estrategia

tecnológica, con una participación mínima de la gerencia en la definición de los programas de investigación y desarrollo. Las organizaciones vivían una relativa estabilidad en el ambiente y los mercados experimentaban cambios que, aunque relevantes, eran predecibles. En el marco de esta moderada turbulencia, la unidad de investigación y desarrollo, conformada por científicos especializados, era considerada una parte especial de la empresa, con un alto grado de autonomía y esencialmente enfocada en desarrollar el mayor invento que cambiase completamente las capacidades actuales, y en crear productos o procesos completamente nuevos, de acuerdo con el concepto dominante de innovación.

En las organizaciones con diferentes unidades de negocio, estas se centraban en el desarrollo de productos, mientras que existía un departamento central de investigación en el nivel corporativo, siendo muy baja la coordinación entre estas áreas. Por ello, si bien se generaban muchas innovaciones, no atendían las necesidades de los clientes o su aparición no era oportuna. La baja coordinación entre los planes de corto plazo de las unidades de negocio, orientados hacia el mercado, y los planes corporativos de largo plazo orientados por la tecnología, solo permitía la generación de conocimiento en este último nivel, pero no en donde deberían surgir las innovaciones, por lo cual las organizaciones de investigación y desarrollo tenían una baja capacidad de aprendizaje.

Entre los años setenta y ochenta, en una **segunda generación de la gestión tecnológica**, el concepto de innovación varió, pasando del enfoque de cambios radicales (innovación puntual y discontinua), a la innovación de proceso basada en la conexión interactiva entre productos, manufactura y procesos organizacionales (incremental y continua), en un contexto altamente segmentado, con interacción fuerte entre grupos de actores sociales y nuevas reglas de competencia. En consecuencia, se dejó de pensar en la innovación como privilegio de compañías enfocadas en la excelencia y en el liderazgo tecnológico, ya que se convirtió en un factor estratégico para la consolidación de todo tipo de empresas en el mercado, e incluso simplemente para sobrevivir en él.

A pesar de que se creó un marco estratégico basado en proyectos y se fortaleció la relación entre la organización y la gestión de investigación y desarrollo, en esta segunda generación continuó siendo insuficiente la integración entre la estrategia tecnológica y la corporativa debido a que la planeación de la investigación y desarrollo se hacía para proyectos individuales y para cada área o unidad de forma separada. La gestión tecnológica en esta época se caracterizó por una visión de corto plazo en la definición de necesidades tecnológicas de las unidades de negocio, aunada al hecho de que la estrategia corporativa no brindaba guías para la investigación de largo plazo, ya que su horizonte de tiempo no iba más allá de los cinco años. Esta generación de la gestión tecnológica se relaciona con la segunda escuela de pensamiento (Gestión de la innovación) identificada por Drejer (1997).

En **la tercera generación**, la cual en países de la región y en Colombia es abarcada prácticamente en dos generaciones (ver Figura 1-1), la gestión de la información y su transformación en conocimiento útil para la empresa se constituyen en tareas importantes

que deben tenerse en cuenta dentro de la gestión organizacional. Esto es lo que se ha venido gestando desde hace más de dos décadas y que en la actualidad se relaciona con posicionamiento de la gestión del conocimiento en el contexto de la gestión tecnológica (Comunidad de Madrid, 2001). De esta forma, se han involucrado en esta última nuevos conceptos y se ha buscado la implementación de metodologías como el *Benchmarking*, la prospectiva tecnológica, el mapeo y la vigilancia tecnológica, entre otras, con el fin de que la información sea manejada de forma óptima y genere conocimiento como base para la toma de decisiones.

Lo anterior ha permitido, a su vez, la adecuada integración de la tecnología y las estrategias de investigación y desarrollo en la organización, y más específicamente en las unidades estratégicas de negocio, mediante la decisión conjunta entre la gerencia corporativa y la gerencia tecnológica respecto a metas, estrategias, contenidos y presupuestos de la actividad de investigación y desarrollo en el corto, mediano y largo plazo. Además, mediante la planeación tecnológica se logró la articulación de la tecnología y el mercado, en donde la falta de conocimiento sobre este último en el largo plazo se compensó con el proceso de integración de las necesidades de innovación existentes y con la exploración de nuevos mercados. Las escuelas de pensamiento de Planeación tecnológica y Gestión estratégica de la tecnología, detalladas previamente en este documento, corresponden a la más reciente generación de la gestión tecnológica.

Steel (1991) menciona tres puntos que caracterizan la función de investigación y desarrollo: (1) La configuración de la investigación y desarrollo es fuertemente dependiente de la estructura de la organización, de los sectores y de la tecnología. (2) La investigación y desarrollo es solo uno de los factores que contribuye al éxito de las empresas. Por ello, esta debe ser integrada en el sistema organizacional. (3) Reducción de la tradicional autonomía en pro de la cooperación interna, los objetivos compartidos y la investigación y desarrollo orientada al mercado.

En cuanto a la estructura organizacional, con el fin de lograr el acople entre la unidad de investigación y desarrollo, el nivel corporativo y las demás áreas, se comenzó a emplear la estructura matricial e incluso se inició una re-centralización parcial de la actividad de investigación y desarrollo. Las organizaciones y los sistemas productivos involucrados con las características de esta generación en los últimos años han generado una sólida capacidad de aprendizaje a partir de la planeación tecnológica y la disponibilidad de recursos, que se basa en la descentralización de la toma de decisiones con la participación del personal de diferentes niveles. En este sentido, en su tercera generación, la gestión tecnológica se orienta hacia la adquisición, generación y difusión de conocimiento, más allá de la obtención o desarrollo de tecnología, lo cual se había constituido en su pilar durante las generaciones anteriores. Es así, entonces, como se puede asegurar que 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*) (OCDE, 1996).

1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

Para abordar el estado actual de los procesos y actividades de la gestión tecnológica y debido a la existencia de literatura gris relacionada con el tema, se recurrió al uso del análisis cuantitativo, ya que por medio de la información disponible en diversas bases de datos se alcanza un buen grado de rigurosidad que permitió caracterizar los diferentes contextos estudiados: en el caso del análisis en el nivel mundial (en especial en los países desarrollados) se tomó la información de una base de artículos científicos y técnicos⁹, mientras que para Latinoamérica se revisó la información de las ponencias presentadas en los congresos y seminarios más importantes en gestión tecnológica de la región¹⁰. Para el caso colombiano se trabajó con la información disponible en la Red Scienti de Colciencias sobre grupos de investigación en gestión de la tecnología, así como las referencias bibliográficas de las bases de datos de bibliotecas universitarias en el país.

1.3.1 Nivel mundial

Tomando como base las palabras clave de los artículos analizados es posible identificar dinámicas de las áreas más importantes en gestión tecnológica. En la Figura 1-2 A, al comparar dos periodos de tiempo: 1998 a 2002 y 2003 a 2006, se aprecian las áreas crecientes, destacándose la **gestión del conocimiento** y la **gestión de proyectos**, en donde es considerable el cambio en la cantidad de artículos que las incluyen entre los dos periodos mencionados.

También es posible observar las áreas en las cuales ha disminuido la cantidad de publicaciones de forma notoria, especialmente la **gestión industrial**, lo cual puede indicar un mayor énfasis en intangibles (conocimiento) afectando el interés en la investigación sobre gestión operacional. En tecnologías de información puede apreciarse que la disminución de artículos que incluyen esta temática es proporcional al aumento de aquellos que abordan la gestión del conocimiento, lo que podría señalar que en años anteriores los desarrollos se enfocaban a la gestión de este tipo de tecnologías (de información), mientras que recientemente estas se han convertido en el soporte para la gestión del conocimiento.

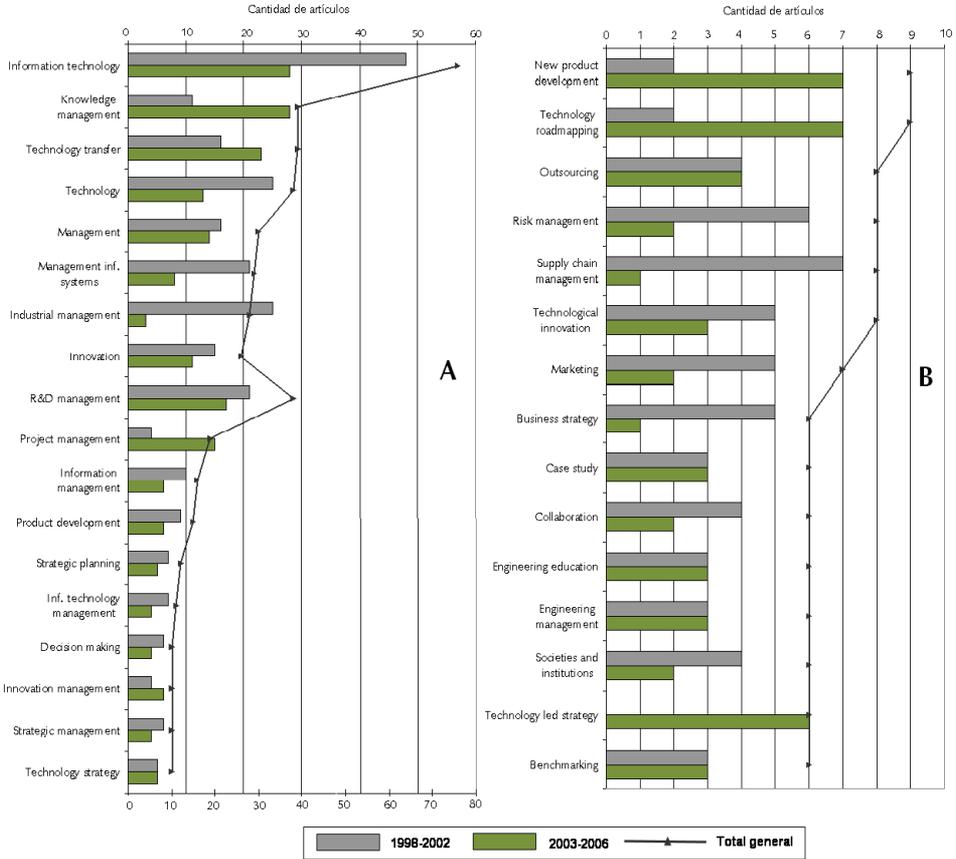
En la Figura 1-2 B se observan las áreas emergentes, es decir, aquellas que en el primer periodo analizado presentaban muy pocas publicaciones pero en el segundo han ganado relevancia al ser más citadas en artículos científicos y técnicos. Las áreas de **estrategia tecnológica**, **desarrollo de nuevos productos**, así como el **Roadmapping tecnológico**, pueden considerarse como emergentes puesto que pasan de no ser citadas en ningún artículo (o máximo en 2) en el periodo 1998-2002 a estar incluidas en 6 o 7 artículos en

⁹ Se analizaron 738 artículos procedentes de la base de datos Scopus. Se seleccionó esta base puesto que tiene una amplia cobertura (incluye gran cantidad de revistas) y además permite realizar análisis de los artículos más citados, en comparación con bases como *Ebsco* o *JStore*.

¹⁰ Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: 2001, 2003 y 2005; Simposio de Gestión de Innovación Tecnológica SIGITEC: 2002 y 2004; Congreso Anual de Investigación en Ciencias Administrativas ACACIA: 2002, 2004, 2005 y 2006; Taller Internacional sobre Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa INTEMPRES: 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2006.

el periodo 2003-2006. El surgimiento del área relacionada con la estrategia tecnológica según el análisis cuantitativo realizado, indica la relevancia cada vez mayor del factor tecnológico que trasciende el nivel operativo, pero del cual obviamente no se escinde, ya que está muy relacionado con la generación de nuevos productos, de acuerdo con la segunda área emergente identificada.

Figura 1-2. Dinámica de áreas en gestión tecnológica



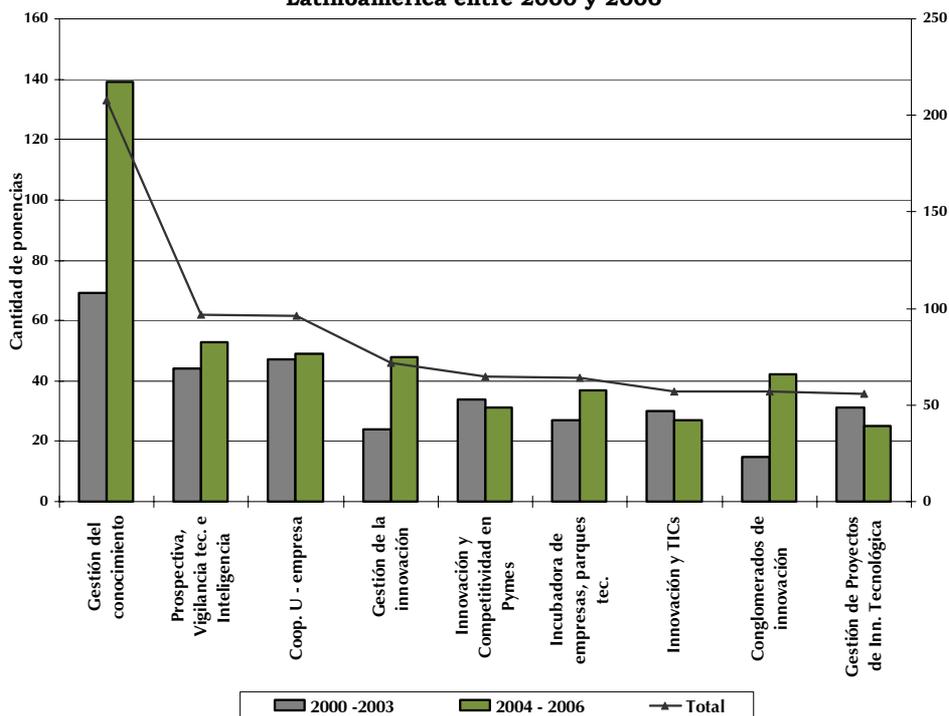
Fuente: Universidad Nacional De Colombia, cálculos basados en la información de la BbD: Scopus®; cobertura 01/1998 - 01/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

Por su parte, el Roadmapping tecnológico es un tema que progresivamente adquiere importancia, siendo estudiado e implementado en diversos contextos, pero que para países como Colombia aún es novedoso y ha sido poco analizado. Autores como Probert y Radnor (2003), Phaal et al. (2004; 2005) y Lee y Park (2005) señalan que el Roadmapping tecnológico es un enfoque ampliamente usado para soportar la gestión estratégica de la tecnología, integrado a la planeación estratégica, cuyo propósito es facilitar la comprensión de cómo el conocimiento tecnológico y comercial se combinan para apo-

yar la estrategia, la innovación y los procesos operacionales de la empresa, tomando en cuenta su entorno interno y externo. Los *roadmaps* son estructuras (frecuentemente gráficas) basadas en el tiempo para desarrollar, representar y comunicar planes estratégicos, en términos de la coevolución y desarrollo de tecnologías, productos y mercados. Son aplicables tanto en el nivel industrial (pronósticos de futuras tendencias tecnológicas con base en métodos exploratorios o acercamientos normativos) como en el corporativo (medio gráfico para explorar y comunicar las relaciones entre mercados, productos y tecnologías en el tiempo).

Para el caso Latinoamericano, Jiménez y Castellanos (2007) sobre la base del análisis de las ponencias registradas en los principales eventos de Gestión Tecnológica en Latinoamérica entre los años 2000 y 2006 (ver Figura 1-3), reportan que las áreas temáticas más relevantes son: (1) Gestión del conocimiento, (2) Prospectiva, Vigilancia tecnológica e Inteligencia, (3) Gestión de la innovación, (4) Formas de integración para el fomento de la integración, (5) Innovación y competitividad en las PYMES, (6) Incubadoras de empresas y parques tecnológicos, (7) Conglomerados de innovación, (8) Innovación y Tecnologías de información y comunicaciones – TIC´s y (9) Gestión de proyectos de innovación tecnológica.

Figura 1-3. Dinámica de las áreas más relevantes en gestión tecnológica en Latinoamérica entre 2000 y 2006



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®

En los anteriores análisis se observa que la gestión tecnológica se ha visto inmersa en las dinámicas actuales marcadas por la globalización, que a su vez la remiten a la consolidación de redes de transferencia de datos, información y conocimiento para soportar la toma de decisiones, en donde las TIC's (Tecnologías de Información y Comunicación) son la base para los desarrollos en campos como la gestión del conocimiento, el cual se encuentra cada vez más asociado con la gestión de tecnología de manera directa.

1.3.2 Colombia

La información presentada en este acápite se obtuvo en la Red Scienti de Colciencias (página web: www.colciencias.gov.co/scienti) a partir de los resultados de las convocatorias para la categorización de grupos de investigación nacionales efectuadas en 2002 y 2004 (esta última se modificó en 2005). La información más reciente se tomó de la clasificación de grupos efectuada en 2006.

En el país ha tomado gran relevancia el proceso de consolidación de grupos de investigación en gestión tecnológica. En la convocatoria realizada por Colciencias en el año 2002, se registraron 158 grupos en el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad (como programa principal), de los cuales 45 fueron reconocidos por esta entidad.

En la convocatoria realizada por Colciencias en 2005 se inscribieron en el programa mencionado un total de 266 grupos, observándose un incremento del 68% respecto a la anterior convocatoria. De tales grupos, nueve fueron clasificados en la categoría A con base en su productividad y calidad académica e investigativa, 23 se ubicaron en la categoría B, 41 en la categoría C, 77 fueron reconocidos y 116 grupos están registrados (no recibieron ningún reconocimiento especial). De acuerdo con las líneas de investigación declaradas por estos grupos, por lo menos 18 de ellos trabajaban directamente en gestión de la tecnología y el conocimiento.

En la más reciente convocatoria de Colciencias para grupos de investigación (2006), aumentó a 389 la cantidad de grupos inscritos en el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad (como programa principal), de los cuales 40 están en la categoría A, 29 en la categoría B, 33 en la categoría C, 6 son grupos reconocidos y 281 registrados. De estos, 25 grupos trabajan en áreas afines a la gestión tecnológica, según las líneas de investigación declaradas por cada uno de ellos (Tal como se muestra en la Tabla 1-1). Diez de tales grupos se encuentran en la categoría A, diez en la B y cinco en la categoría C.

Atendiendo la clasificación de Colciencias respecto a la producción de los grupos de investigación¹¹, se analizó la de aquellos 25 que trabajan en gestión tecnológica, como se

¹¹ Esta clasificación corresponde a: producción de nuevo conocimiento, que incluye artículos de investigación, libros de investigación, capítulos de libros, productos o procesos patentados o registrados, productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial, normas, literatura gris y otros productos no certificados; formación de investigadores, referente a tesis y trabajos de grado, así como participación en programas de postgrado; actividades y resultados de extensión, lo cual

muestra en la Figura 1-4. Se observa que solo cinco de ellos han generado cerca del 60% de la producción total evaluada en las convocatorias 2002, 2005 y 2006; la mayoría de estos grupos de investigación cuenta con una importante trayectoria y experiencia.

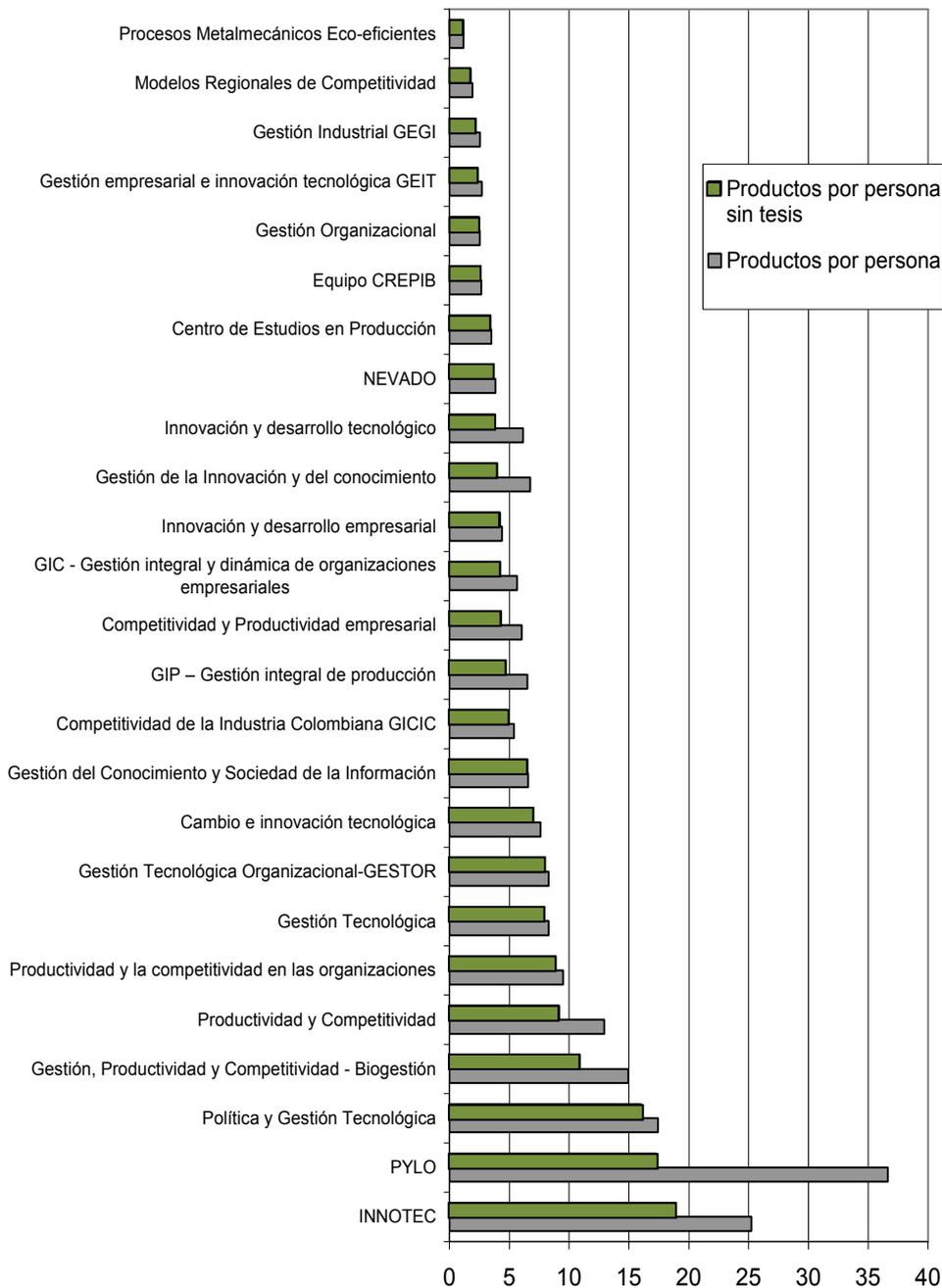
Tabla 1-1. Grupos de investigación relacionados con gestión tecnológica

Grupo de investigación	Institución
Cambio e innovación tecnológica	Universidad de la Sabana (Cundinamarca)
Centro de Estudios en Producción	Escuela Colombiana de Ingeniería (Bogotá)
Competitividad de la Industria Colombiana GICIC	Universidad Distrital (Bogotá)
Competitividad y Productividad empresarial	Universidad Autónoma de Occidente (Cali)
Equipo CREPIB	U. Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja)
Gestión de la Innovación y del conocimiento	Universidad del Atlántico (Barranquilla)
Gestión del Conocimiento y Sociedad de la Información	Universidad Autónoma de Occidente (Cali)
Gestión empresarial e innovación tecnológica GEIT	Universidad Distrital (Bogotá)
Gestión Industrial GEGI	Universidad Católica de Colombia (Bogotá)
Gestión Organizacional	Universidad Externado de Colombia (Bogotá)
Gestión Tecnológica	Universidad del Valle (Cali)
Gestión Tecnológica Organizacional – GESTOR	Universidad de Antioquia (Medellín)
Gestión, Productividad y Competitividad – BioGestión	Universidad Nacional de Colombia (Bogotá)
GIC – Gestión integral y dinámica de organizaciones empresariales	Universidad Católica de Colombia (Bogotá)
GIP – Gestión integral de producción	Universidad Católica de Colombia (Bogotá)
INNOTEC	U. Industrial de Santander (Bucaramanga)
Innovación y desarrollo empresarial	Corporación Educativa Mayor (Barranquilla)
Innovación y desarrollo tecnológico	Universidad Nacional de Colombia (Manizales)
Modelos Regionales de Competitividad	Universidad del Cauca (Popayán)
NEVADO	Coruniversitaria (Ibagué)
Política y Gestión Tecnológica	Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín)
Procesos Metalmecánicos Eco-eficientes	Universidad de Antioquia (Medellín)
Productividad y Competitividad	Universidad del Norte (Barranquilla)
Productividad y la competitividad en las organizaciones	Universidad Tecnológica de Pereira
PYLO	Universidad de los Andes (Bogotá)

Fuente: Red Scienti - Colciencias (2006)

comprende productos asociados a servicios técnicos o consultoría cualificada y productos de divulgación o popularización de resultados de investigación del grupo (Colciencias, 2002)

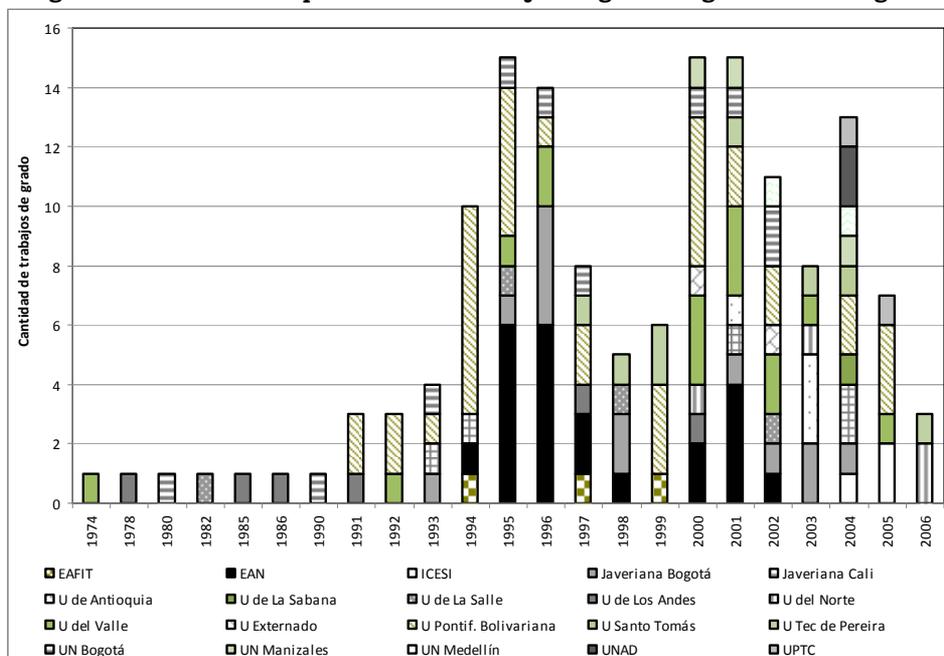
Figura 1-4. Dinámica de la producción total de los grupos de investigación en gestión tecnológica



Fuente: Colciencias, cálculos basados en la información de la Plataforma Scienti; consultada mayo/2008, Software de Análisis Microsoft Excel®

De igual forma se evidencia la reciente consolidación de muchos de los grupos que trabajan en gestión tecnológica en el país, puesto que solo registraron su producción en la última convocatoria de Colciencias. 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. Para complementar el análisis anterior, se realizó una búsqueda¹² en los catálogos bibliográficos de 35 universidades del país a través del portal del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia (www.sinab.unal.edu.co). Veinte de estas universidades reportaron un total de 147 trabajos de grado relacionados con la gestión tecnológica, siendo la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín la que cuenta con la mayor producción, correspondiente a 37 trabajos, seguida por la Escuela de Administración de Negocios – EAN en Bogotá y la Universidad del Valle. En la Figura 1-5 se observa la dinámica de producción entre 1974 y 2006 (agosto).

Figura 1-5. Dinámica de producción de trabajos de grado en gestión tecnológica¹³



Fuente: Universidad Nacional De Colombia, cálculos basados en la información de Sinab; cobertura 01/1974 - 06/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

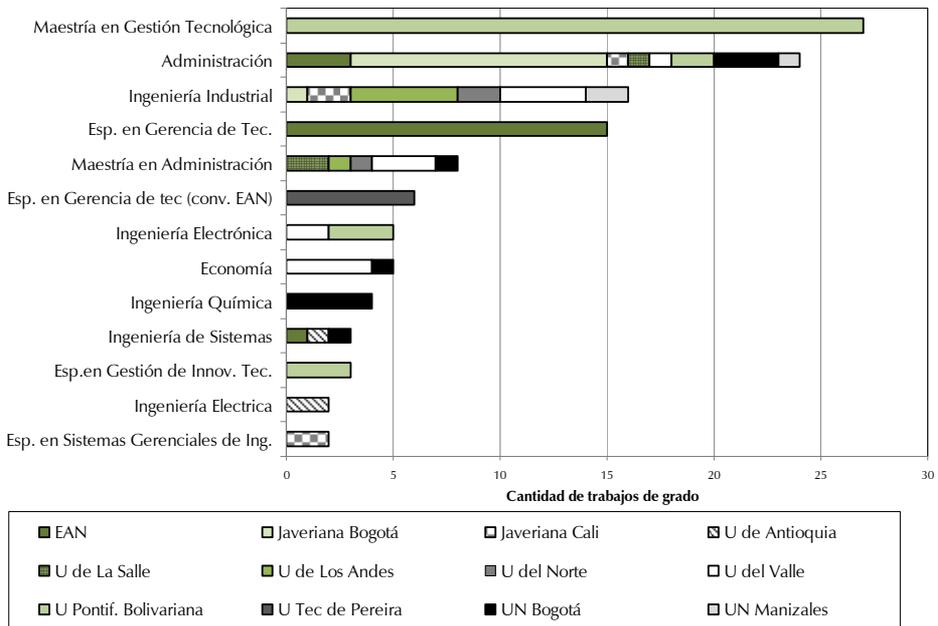
¹² La búsqueda se efectuó con las palabras “gestión tecnológica” en los campos Título, Tema o Materia y se limitó a trabajos de grado.

¹³ Es posible que algunos de los catálogos no estuvieran actualizados para los años 2005 y 2006 a la fecha de consulta.

Entre 1974 y 1990 se publicaron siete trabajos de grado relacionados con la gestión tecnológica. En el año 1974 se encuentra el primer trabajo reportado, realizado en la Universidad del Valle en el programa de Maestría de Administración Educacional y hace referencia a la formación profesional tecnológica. Los trabajos de 1978, 1985 y 1986 fueron desarrollados en la Universidad de los Andes (dos en el programa de Ingeniería Industrial y uno en la Maestría en Administración), y están orientados a la aplicación de la gestión tecnológica a sectores específicos de la industria bogotana: chocolates y confites, confecciones y ornamentación. Los trabajos de grado de 1980 y 1990 se desarrollaron en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (pregrado en Administración de Empresas) sobre la gestión tecnológica aplicada en la industria láctea y la agroindustria de flores. Finalmente el trabajo de 1982 fue desarrollado en la Universidad de la Salle (Administración de Empresas) y orientado a las pequeñas y medianas industrias de pastas alimenticias de Bogotá.

En la Figura 1-5 también se aprecia una tendencia creciente en la publicación de trabajos de grado a partir de 1991 que tiene un pico en el año 1995, el cual corresponde al paso de la primera a la segunda generación de desarrollo de la gestión tecnológica en Colombia. En 2000 y 2001 se encuentra un segundo pico que se relaciona con la transición de la segunda a la tercera generación (actual) de la gestión de tecnología en el país. Luego se presenta un comportamiento relativamente estable hasta el año 2004, observándose de nuevo una disminución.

Figura 1-6. Programas académicos en los que se han generado trabajos de grado en gestión tecnológica



Fuente: Universidad Nacional de Colombia, cálculos basados en la información de Sinab; cobertura 01/1974 - 06/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

Por otra parte, se obtuvo el cruce de información de las universidades consultadas con la de programas académicos que han generado trabajos de grado en gestión tecnológica (ver Figura 1-6). Así, se presentan los principales programas académicos, en los cuales se resalta la maestría en gestión tecnológica ofrecida por la Universidad Pontificia Bolivariana, seguida por los programas de pregrado en administración de empresas e ingeniería industrial impartidos en diferentes universidades del país, así como la especialización en gerencia de tecnología de la EAN y la maestría en administración de varias instituciones de educación superior.

En general, los trabajos 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).

En esta transición hacia la gestión del conocimiento, se han identificado algunas brechas entre los contextos que se han venido analizando en este documento (países desarrollados y economías emergentes) en relación con: (1) el desarrollo histórico de la gestión tecnológica y (2) las temáticas relevantes que en años recientes han sido trabajadas. La Tabla 1-2 resume estas brechas.

Tabla 1-2. Brechas entre Latinoamérica y los países desarrollados en gestión tecnológica (GT)

Respecto al desarrollo histórico de la GT	Respecto a las temáticas relevantes de artículos y ponencias en GT
Surgimiento tardío en Latinoamérica de la Unidad de I+D, ya que los primeros desarrollos de la GT se dan en el nivel macro.	En el nivel mundial se aprecia una mayor tradición en la producción de artículos en GT.
En Colombia la GT inició décadas después que en Latinoamérica y los países desarrollados. Además, se conoce poco de la GT empresarial en sus comienzos.	En los países desarrollados se aprecia un creciente empleo de metodologías integradoras como el <i>Roadmapping</i> y la inteligencia tecnológica.
En los países industrializados se logró rápidamente una elevada integración de la tecnología a la estrategia.	Se evidencia una mayor relevancia de la tecnología y su gestión (estrategia tecnológica como área emergente) en los países industrializados, mientras que en América Latina se hace énfasis en temas como redes, cooperación y GT en PYMES.
En los países desarrollados la gestión del conocimiento es abordada y aplicada en empresas, más allá del entorno académico.	La Gestión del conocimiento se relaciona con los aportes biológicos (inteligencia artificial, redes neuronales, algoritmos genéticos) en las naciones desarrolladas, mientras en la región latinoamericana los avances en el tema son recientes y no se ven tan permeados por aportes de otros campos como el biológico.

Fuente: Universidad Nacional De Colombia, cálculos basados en la información de Sinab; cobertura enero/1974 - junio/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

Colombia puede aprender de las experiencias Latinoamericanas y de las brechas que se presentan con relación al contexto mundial, en el cual la gestión tecnológica en su más

reciente generación de desarrollo está influenciada por el surgimiento de la economía del conocimiento¹⁴, que en el nivel organizacional tiene múltiples implicaciones con diferentes grados de incidencia, de acuerdo con la capacidad que se posea para adoptar, absorber, crear y aplicar nuevo conocimiento. 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 las que potencialmente serán sus competidoras. (3) Probablemente se requerirá un cambio al paradigma basado en redes, que define la creación de valor más allá de las tradicionales cadenas de valor internas y las cadenas de abastecimiento y suministro coordinadas con proveedores y clientes, respectivamente.

1.4 RETOS DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

A lo largo de la evolución de la gestión tecnológica se ha visto que para las organizaciones, en especial para aquellas de base tecnológica y de conocimiento, resulta necesario manejar adecuadamente la información que proviene de su interior y del ambiente que las rodea e influencia, con el fin de aprovecharla al máximo y generar a partir de ella soluciones a sus problemáticas. Esto ha llevado a que se desarrollen metodologías centradas en el seguimiento y estudio de la información de carácter tecnológico y su impacto en el desarrollo organizacional, como la vigilancia y la prospectiva tecnológica, junto con otras metodologías vigentes como el balance tecnológico, las auditorías e intervenciones tecnológicas y la planeación tecnológica estratégica.

De igual manera, debe considerarse el hecho de que tanto la tecnología como el conocimiento asociado a ella, se hacen obsoletos rápidamente. Drucker (1998) señala que el conocimiento que hoy es avanzado, mañana será ignorancia, y el conocimiento que más importa es sujeto de acelerados y abruptos cambios. La productividad y los trabajadores del conocimiento no serán el único factor competitivo en la economía mundial. Son, sin embargo, posiblemente los factores decisivos, al menos para muchas industrias en los países desarrollados. Por su parte, Guimarães (2005) menciona que las redes digitales han contribuido a la rápida difusión del conocimiento, constituyéndose en ambientes para la multiplicación de las tecnologías intelectuales (o conjunto de recursos para el procesamiento de la información), entre las que se encuentran la informática, la simulación, la teoría de juegos y la cibernética.

En los siguientes capítulos se desarrollará un análisis de algunos de los retos, que debido a su trascendencia, son prioritarios para enfrentar los requerimientos cambiantes a los

¹⁴ Durante los últimos doscientos años la economía neoclásica ha reconocido solo dos factores de producción: el trabajo y el capital. El conocimiento, la educación y el capital intelectual fueron estimados como factores exógenos a los fenómenos económicos (ITAG, 1999). Por el contrario, hoy estos mismos factores constituyen el motor del desarrollo económico en el marco de la economía basada en conocimiento, en la cual su creación y explotación juegan un papel principal en la generación de riqueza (UKDTI, 1998).

que se enfrentan las organizaciones y los sistemas productivos, los cuales son descritos a continuación.

- **La gestión tecnológica se ve abocada al reto planteado por la dinámica y creciente aceleración del factor conocimiento**, que cada vez exige mayor calidad en la información que finalmente será la base para la toma de decisiones en el nivel estratégico. Por ello, resulta imprescindible que dicha información sea obtenida a partir de fuentes confiables, de forma oportuna y con la posibilidad de ser tratada de manera dinámica para generar conocimiento. La vinculación de herramientas, técnicas y metodologías como los mapas de representación del conocimiento, la cienciometría, la bibliometría, el monitoreo y la vigilancia tecnológica, así como su integración en enfoques como el del *Roadmapping* y la inteligencia tecnológica, constituyen las vías a través de las cuales la gestión tecnológica se ha ido fortaleciendo para afrontar el desafío de la llamada *era del conocimiento*, lo cual será analizado en los capítulos 2 y 3.
- Así mismo, a partir del trascendental papel que tiene el conocimiento en el contexto actual y de la creciente relación entre la gestión de dicho factor y la gestión tecnológica, surge el **desafío de consolidar las actividades involucradas en esta última como servicios basados en conocimiento**, lo que implica la generación, transformación, manejo y transferencia de intangibles que, como se verá en el capítulo 6, deben seguir esquemas y metodologías propios, diferenciados del manejo tradicional de bienes tangibles.
- Por otra parte, el desarrollo de la gestión tecnológica hacia la gestión del conocimiento se enfrenta **al reto de abordar nuevos enfoques como el biológico para su complementación**. Las perspectivas de la gestión tecnológica con base en el aporte de las ciencias biológicas son amplias (en especial en los países industrializados que llevan el liderazgo en este campo, como se verá en el Capítulo 4) y retoman los principios de la Teoría de Sistemas así como el empleo de analogías y metáforas, tal como ha ocurrido en la gestión organizacional. Adicionalmente se aprecia una orientación hacia los procesos de inteligencia, tomándose este atributo de los organismos vivos y aplicándolo a sistemas productivos y a procesos de manejo de información y generación de conocimiento (lo cual se tratará en el Capítulo 5), siendo estas últimas actividades fundamentales en el dinámico y cambiante entorno actual. Sin embargo, es importante partir de la consideración de que existen brechas que deben disminuirse cuando se habla de economías emergentes, y que, por esta misma característica – de economía emergente – que poseen algunos países en desarrollo, resulta viable pensar en la existencia de condiciones adecuadas para que se dé tal disminución. Por tanto, puede decirse que en América Latina también es posible avanzar en el fortalecimiento de la gestión tecnológica con enfoques novedosos y específicamente con la contribución de conceptos y elementos biológicos.

Sin embargo, es necesario resaltar que existen otros retos que no serán abordados de forma detallada en la presente publicación, pero que han sido analizados por autores como Mejía (1998), Rodríguez y Cordero (1999), Jiménez y Castellanos (2007) y (2008), entre otros. Algunos de estos temas son los que se mencionan a continuación.

- En América Latina y en el contexto colombiano debe procurarse **el fortalecimiento de la gestión tecnológica y de la propia tecnología como factor estratégico** de las organizaciones y los países, basándose en las capacidades de sus investigadores, el interés creciente en el trabajo en redes y en los esquemas de cooperación. Así mismo, es primordial que los desarrollos locales trasciendan fronteras y sean conocidos en otros contextos, lo cual permitirá la retroalimentación y la discusión para reforzar su impacto.
- Relacionado con el reto anterior, se encuentra el desafío para la gestión tecnológica en los países latinoamericanos de **promover la consolidación de esquemas y políticas nacionales que se orienten a la innovación** enfocada a problemáticas propias, no solo del nivel tecnológico, sino también considerando aspectos prioritarios para este contexto como el fomento a las pequeñas y medianas empresas, la educación, la generación de empleo, e incluso, como lo señala Dagnino (1996) la satisfacción de las necesidades humanas básicas.
- En cuanto a los procesos de monitoreo del desarrollo de la gestión tecnológica, es clave que los estudios basados en la cienciometría como el presentado en este capítulo, sean complementados con análisis del entorno en aspectos sociales, económicos, políticos y tecnológicos, de manera que los indicadores generados a partir del tratamiento de información estructurada (en bases de datos de artículos, por ejemplo) puedan ser contextualizados y permitan ampliar la identificación de brechas y retos en gestión tecnológica, sus causas y, lo más importante, las opciones para hacerles frente en procura de un mayor progreso del tema en la región. Por lo anterior, el reto está en **consolidar sistemas de seguimiento y evaluación de la gestión tecnológica para América Latina** en conjunto y para cada uno de los países que la integran, como disciplina académica y campo de la gestión organizacional.
- La **visibilidad de los desarrollos y los avances** que se presentan en el contexto de los países desarrollados en cuanto al tema de biociencias y gestión tecnológica, se basa en la generación de técnicas y herramientas a partir de los conceptos biológicos para optimizar procesos y asignar características a los sistemas productivos que les permita desempeñarse de una forma *inteligente*. Si bien en las economías emergentes de América Latina son pocos los reportes encontrados sobre desarrollos similares (como se verá en el capítulo 4), esto no indica que no se haya trabajado en el tema, ya que estos resultados pueden haber sido publicados por otros medios (por ejemplo, en revistas científicas y tecnológicas que no se encuentran disponibles en las bases de datos consultadas¹⁵). Esto permite hacer una primera consideración relativa a la visibilidad de los desarrollos de la

¹⁵ En Latinoamérica es común que esto ocurra. Las características generales de las revistas de la región son, según Suter (Citado en Alonso y Reyna, 2000): Su difusión escasa; los trabajos en muchos casos no son analizados por las revistas de índices y resúmenes, por lo cual su contribución al conocimiento internacional de las investigaciones científicas realizadas en la región es muy limitada. La calidad editorial no responde a los estándares internacionales. Falta una selección rigurosa de los trabajos recibidos por parte de árbitros de reconocido nivel. Su aparición es irregular, no cumplen con la periodicidad enunciada. Las tecnologías más recientes, a cuyo uso las obliga un mercado altamente competitivo, suelen no estar al alcance inmediato de los editores, que cuentan con recursos modestos.

región, puesto que es la única forma posible de garantizar su divulgación y validación por la comunidad científica y tecnológica en el nivel mundial. Adicionalmente debe tomarse en cuenta que, de acuerdo con el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT (s.f.), desde el proceso de producción del conocimiento hasta su divulgación a través de las revistas, existe un camino donde al contenido científico se le agrega valor que se identifica como visibilidad. Esta, por su parte, presupone la calidad, es decir que existen normas mínimas de sanción para lograr integrarse al circuito de la distribución¹⁶.

- La **Pertinencia de las investigaciones** es una consideración adicional, se refiere a que por las especificidades de los países de la región y de sus organizaciones, el desarrollo de la gestión tecnológica no necesariamente debe orientarse hacia el logro de avances como los evidenciados en los países industrializados, por lo cual es imprescindible que la gestión y sus desarrollos se apropien de forma crítica, es decir, evaluar con ojo avizor los requerimientos endógenos así como la posibilidad de adaptación de los avances exógenos a las condiciones existentes, siempre en búsqueda de innovaciones y generación de conocimiento.

La gestión tecnológica en el contexto latinoamericano se ha venido consolidando en gran medida por el papel desempeñado por varias asociaciones tales como la Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC), Comunidad colombiana en gestión tecnológica (Colgestec), la Academia de Ciencias Administrativas A.C. (ACACIA), entre otras. Entre estos esfuerzos se puede resaltar, en el contexto nacional, la realización del I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación, que busca el fortalecimiento de vínculos y divulgación de aportes para dar respuesta a las necesidades del país.

1.5 CONCLUSIONES

Con el análisis de la evolución histórica y la situación actual de la gestión tecnológica, se puso de manifiesto que cada vez es mayor su relación con la gestión del conocimiento, lo cual le ha impuesto el gran reto de un adecuado manejo de información para la generación de conocimiento tecnológico y la toma de decisiones estratégicas, que a su vez hace necesario fortalecer el trabajo en torno a enfoques conceptuales integradores como la inteligencia tecnológica, y novedosos como el *Roadmapping* tecnológico. Adicionalmente, la condición de interdisciplinariedad que caracteriza a este campo de la gestión ha llevado a una interacción dinámica de todas las áreas funcionales de la organización que, si bien ha facilitado el manejo estratégico de la variable tecnológica, también plantea más desafíos para la gestión tecnológica al requerirse mayor participación de diferentes puntos de vista y mejor aprovechamiento de diversas fuentes de información.

¹⁶ Sin embargo, en el circuito internacional de circulación de las revistas, estas normas han sido elaboradas teniendo en cuenta las características de las revistas internacionales importantes que han logrado conciliar intereses de tipo científico con intereses de tipo comercial, revistas que están soportadas por el nombre de instituciones académicas y/o científicas de reconocimiento internacional, con editores profesionales y especialistas en mercadeo. En su mayoría, están escritas en inglés (OCyT, s.f.).

También debe señalarse que la identificación de algunas tendencias en gestión de tecnología similares a las de países desarrollados, no implica que las economías emergentes de América Latina necesariamente deban dar continuidad a esta situación y que los progresos regionales tengan que ser análogos a los de otros contextos. Inicialmente, estos países deben hacer una evaluación de sus requerimientos tecnológicos endógenos con el fin de darles atención a través de una adecuada gestión del factor tecnológico (para lo cual también deben identificar las herramientas que mejor funcionarán), así como analizar la posibilidad de realizar adecuaciones a los desarrollos logrados en otros ámbitos con el fin de darles pertinencia, y además buscar la generación de innovaciones para así disminuir la dependencia tecnológica de la región.

En este orden de ideas, es fundamental para América Latina que sus gobiernos sean conscientes de la necesidad de generar y fortalecer esquemas y mecanismos de fomento a las actividades científicas y tecnológicas, en el marco de políticas públicas coherentes con los requerimientos internos y las expectativas de crecimiento y desarrollo de cada país, lo que implica, entre otros: una mayor inversión en ciencia y tecnología; la definición de planes y programas educativos orientados a la innovación; la promoción de una cultura de propiedad intelectual y el respeto por los derechos derivados de la actividad creativa; la articulación universidad, empresa, Estado y sociedad en torno a temas prioritarios para cada nación; el fortalecimiento de los aparatos productivos y de la competitividad, así como la participación decidida y activa de todos los actores sociales en la construcción de opciones reales de desarrollo científico y tecnológico para los países latinoamericanos.

1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Aït-El-Hadj, S., *Gestión de la tecnología.*, La empresa frente a la mutación tecnológica., Estados Unidos: Ediciones Gestión 3000., 1990.
2. Albornoz, M., *Situación de la ciencia y la tecnología en las Américas.*, Organización de Estados Americanos OEA., 2002. Disponible en: <http://www.science.oas.org/Doc/Policy/Situacion_CT_Americas.pdf>
3. Bernal, C., Laverde, J., *Gestión Tecnológica*, En: Proyecto de Modernización de las PYMEs, Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, 1995.
4. Caires, G., *Evolución de la disciplina de gestión tecnológica*. SELA, Sao Paulo, Brasil, 2003.
5. Castellanos, O., Jiménez, C., *Importancia de la inteligencia en la gestión tecnológica de las organizaciones contemporáneas.*, XXIII Simposio de Gestión de la Innovación tecnológica., Curitiba, Brasil, 2004.
6. Castellanos, O., *Gestión tecnológica: De un enfoque tradicional a la inteligencia*. Editorial: Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2007.
7. Colciencias., *Información sobre grupos de investigación colombianos*, 2006. Disponible en: www.colciencias.gov.co/scienti

8. Colciencias; Observatorio de Ciencia y Tecnología y Grupo Académico Ciencia, Tecnología y Sociedad., Estructura conceptual de la Convocatoria de Grupos de Investigación Científica o Tecnológica 2002., Bogotá: Colciencias., 2002.
9. Comunidad de Madrid., La innovación: Un factor clave para la competitividad de las empresas., Madrid, España: Consejería de Educación, Dirección General de Investigación., 2001.
10. Chiaromonte, F., From R&D to strategic technology management: Evolution and perspectives., *Teletronikk.*, Vol. 2, 2004, pp. 33 - 41.
11. Dagnino, R., Innovación y desarrollo social: un desafío latinoamericano., *Memorias del Seminario Taller Iberoamericano de actualización en gestión tecnológica.*, La Habana, CITMA., 1996.
12. Drejer, A., The discipline of management of technology, based on considerations related to technology., *Technovation.*, Vol. 17, No. 5, 1997, pp. 253–265.
13. Drucker, P., The future that has already happened, En: *The futurist*, 1998.
14. Gaynor, G., *Manual de gestión en tecnología*, Vol. 2, Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, 1999.
15. Guimarães, M., *Tecnologias intelectuais e produção de conhecimento na sociedade global da informação.*, *Memorias del XI Seminario Latino Iberoamericano de gestión tecnológica - ALTEC*, Brasil, 2005.
16. ITAG, *The knowledge Economy*, Auckland, Nueva Zelanda, 1999.
17. Jiménez, C., Castellanos, O., Morales, M., Tendencias y retos de la gestión tecnológica en economías emergentes, *Revista Universidad EAFIT*, Vol. 43, No. 148, 2007.
18. Jiménez, C., Castellanos, O., Fonseca S., *Gestión Tecnológica: De Un Enfoque Tradicional A La Gestión Del Conocimiento. Consideraciones Y Retos Para Latinoamérica.*, XII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC, 2007.
19. Kearns, D., Nadler, D., *Prophets in the dark: How Xerox reinvented itself and beat the japanese*, U.S.A: Harper Collins Publishers, 1992.
20. Lee, S., Park, Y., Customization of technology roadmaps according to road-mapping purposes: Overall process and detailed modules., *Technological forecasting and social change*, Vol. 72, 2005, pp. 567 - 583.
21. Liao, S., *Technology management methodologies and applications. A literature review from 1995 to 2003.*, *Technovation*, Vol. 25, 2005, pp. 381–393.
22. Lichtenthaler, E., *Third generation management of technology intelligence processes.*, *R&D Management*, Vol. 33, No. 4, 2003, pp. 361 - 375.
23. Linn, R. J.; Zhang, W. y Li, Z.Y., *An intelligent management system for technology management.*, *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 38, 2000, pp. 397–412.

24. López, J., Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos., Revista Iberoamericana de Educación, No. 18, 1998, pp. 41 - 68.
25. Marcovitch, J., Tecnología y Competitividad, En: Conceptos Generales de Gestión Tecnológica - Colección Ciencia y Tecnología, Chile, No.26, 1990, pp. 215.
26. Martínez, C., Gestión de la tecnología y desarrollo de negocios tecnológicos., Santiago de Chile: Universidad Mayor, Facultad de Ingeniería, 2002.
27. Mejía, F., Gestión tecnológica. Dimensiones y perspectivas., Bogotá: Editora Guadalupe Ltda., 1998.
28. OCDE, The knowledge-based economy., En: La innovación: Un factor clave para la competitividad de las empresas, Comunidad de Madrid, 1996.
29. Ortiz, C., Hacia la definición de los requerimientos tecnológicos en la formulación de proyectos de innovación, 1993.
30. Phaal, R., Farrukh, C., Probert, D., Customizing Roadmapping., Research Technology Management, Vol. 47, No. 2, 2004, pp. 26 - 37.
31. Phaal, R., Farrukh, C. y Probert, D., Technology management tools: concept, development and application, Technovation., 2005, pp. 1-9.
32. Probert, D., Radnor, M., Frontier Experiences from industry-academia consortia, Research Technology Management, Vol. 46, No. 1, 2003, pp. 27 - 30.
33. Rodríguez, J., Cordero, B., La gestión de la tecnología. Elementos fundamentales y la transferencia de tecnología entre la universidad y la empresa., Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1999.
34. Solleiro, J., La Gestión y la Administración de Tecnología, Cuaderno del Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Autónoma de México., Vol. 3, No. 9, 1988.
35. Spendolini, M. J., Benchmarking., Bogotá: Ed. Norma, 1992.
36. Steel, L W., New Paradigms for R&D., Research Technology Management, Vol. 34, No. 4, 1991, pp. 13-21.
37. Task Force on Management of Technology, Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage, Washington, National Academy Press, 1987.
38. UKDTI, Our competitive future: Building the knowledge economy., London, England: Secretary of State for Trade and Industry, 1998.
39. Vasconcellos, E., Estructura Organizacional para la innovación en la empresa, En: Conceptos Generales de Gestión Tecnológica, BID - SECAB - CINDA, 1990.
40. Zerda, Á., Rincón, N., La pequeña y la mediana industria en la encrucijada., Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1998.

CAPÍTULO 2.

LA INFORMACIÓN: BASE PARA LA GENERACIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y DEL CONOCIMIENTO

*Diana C. Ramírez M., Aida M. Fúquene M.,
Francisca Rojas, Oscar F. Castellanos D.*

Al retomar la afirmación de Peter Drucker, quien enuncia que “las actividades que ocupan la posición central ya no son las dedicadas a producir y a distribuir objetos sino las que producen y distribuyen conocimientos” (Escorsa y Maspons, 2001), se percibe la necesidad de contar con mecanismos que permitan responder al crecimiento acelerado de la información producida por las TICs, administrándola para la adecuada generación de conocimiento y la toma de decisiones, teniendo en cuenta que se constituye en un insumo preponderante en las organizaciones del cual depende la generación de ventajas competitivas. Con ese propósito, se han desarrollado herramientas gráficas para la representación de conocimiento que brindan un medio importante para cualificar, cuantificar y organizar la información, apropiarse del conocimiento y transferirlo de una manera más efectiva (Campos, 2006); algunas de estas herramientas gráficas son el mapa mental, el mapa conceptual, el mapa temático, los dendrogramas y el mapa tecnológico. Este último se ha utilizado frecuentemente en procesos de medición en donde el conocimiento se hace evidente, generándose así diversas metodologías y herramientas propicias para la medición de la información como la vigilancia tecnológica, que retoma ciencias desarrolladas desde hace varios años y dentro de las que se pueden encontrar las llamadas “*metrías*”.

Adicionalmente, en el mismo sentido de procesar información y agregar valor en su interpretación, en publicaciones recientes sobre las metodologías de gestión tecnológica se destacan los temas relacionados con manejo computacional: sistemas y tecnologías de información y comunicaciones, minería de datos, inteligencia artificial, sistemas expertos y bases de datos (Lichtenthaler, 2003, 2004; Taskin y Riza, 2004). Esto revela que la gestión tecnológica empieza a permearse con los planteamientos de la sociedad de la información y el conocimiento, donde se plantea que en las organizaciones se deben tomar decisiones en forma eficaz y eficiente para enfrentar el cambio y el ritmo acelerado con el que las tecnologías entran al mercado.

El presente capítulo brinda inicialmente información sobre la representación y medición de la información, se involucran algunos ejemplos de los mapas de representación de conocimiento, se conceptualizan las ciencias empleadas para la medición de información y se describe el aporte que estas brindan a la consolidación de herramientas como la vigilancia tecnológica, que se retoma en la tercera sección. Posteriormente se muestran algunos métodos modernos para el manejo inteligente de la información, evidenciando la importancia de articular las herramientas de gestión en un modelo de inteligencia tecnológica, así como el uso de métodos actuales para el manejo eficiente de la información disponible. Finalmente, se concluye enunciando los principales aportes y perspectivas de esa temática frente a la gestión tecnológica.

2.1 REPRESENTACIÓN Y MEDICIÓN PARA LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA

Hace aproximadamente veinte años, la sociedad empezó a experimentar una serie de cambios que han venido revolucionando e influenciando diferentes aspectos en el nivel económico, político, cultural y tecnológico. El desarrollo creciente de las TICs, la globalización y el incremento significativo de los avances científicos y tecnológicos, son factores que han posibilitado el surgimiento de dichas transformaciones, y que configuran la denominada sociedad del conocimiento, en la cual se generan nuevas dinámicas competitivas que privilegian el valor fundamental del conocimiento como recurso principal y estratégico. Obedeciendo a estas dinámicas, las organizaciones han identificado la necesidad de adquirir nuevas capacidades que les permitan enfrentarse a estos cambios y aprovechar las oportunidades que de este ambiente se generen (Torres *et al.*, 2006).

De esta manera se hace necesaria la adecuada administración de la información para la generación de conocimiento y toma de decisiones, razón por la cual se ha venido acrecentando el uso de herramientas de representación y medición que permiten generar elementos para evaluar la calidad y pertinencia de la información.

A continuación se presenta la descripción de algunas herramientas gráficas para la representación del conocimiento, se aclara su importancia con relación a la gestión de capital intelectual y se muestran algunos ejemplos.

2.1.1 *Los mapas como herramientas para la representación de conocimiento*

Las organizaciones dedican cada vez más recursos a preparar, sistematizar y explotar el conocimiento como valor intangible con el objetivo de propiciar su crecimiento, es decir, influir en el mercado para que se aprecie convenientemente el capital intelectual (Castellanos, 2006). Al ser el capital intelectual un conjunto de recursos organizativos intangibles de carácter estratégico que incluye valores y tecnologías que no figuran en los estados financieros de la empresa, a pesar de contribuir a la creación de valor organizativo y ser uno de los pilares más importantes de una organización inteligente que implica conocimientos, experiencia aplicada, tecnología organizacional, relaciones con clientes y

destrezas profesionales, que proporcionan una ventaja competitiva a la empresa en el mercado (Ordóñez, 2004; Edvinsson y Malone, 1997).

La mayoría de autores, en su intento por contribuir al tema, han propuesto numerosas formas de clasificar el capital intelectual; sin embargo, la que de manera general condensa los diversos enfoques, es aquella que lo clasifica según la naturaleza del intangible y su contenido básico (Navas, 2002). Así, el capital intelectual se categoriza en tres tipos: capital humano, estructural y relacional. El capital humano muestra el stock de conocimiento individual que posee una organización y está representado por sus empleados (Bontis *et al.*, 2001; Navas, 2000); según Parra (2001), representa el total de activos acumulados a partir de la persona o de la inversión realizada por la organización para el desarrollo de su personal y tiene carácter de intangible. Por su parte, el capital estructural corresponde al conocimiento que ha pasado de estar localizado en las personas o en las relaciones entre personas a incorporarse en las estructuras organizativas (Ordóñez, 2004); es aquel que permanece en la organización cuando los trabajadores la abandonan, por tanto, es propiedad de la empresa, dado que la infraestructura es la que incorpora, capacita y sostiene al capital humano (Altuve, 2005). La última categoría del capital intelectual es el capital relacional, el cual se refiere al conjunto de relaciones que la empresa mantiene con el exterior (Euroforum, 1998); su base es el conocimiento acumulado por las partes en el intercambio con terceros, por ejemplo, en la satisfacción y lealtad de los clientes, la reputación de la empresa y el tipo de alianzas y acuerdos estratégicos.

Partiendo del marco anterior y apoyando la postura de Parra (2001), se observa que el capital intelectual en una organización, tiene como punto de partida un proceso relacionado con el conocimiento como elemento central de un sistema de relaciones, el cual inicia en el individuo, quien es capaz de interiorizar información, organizarla mentalmente, reflexionar acerca de ella y asignarle un significado propio que refleja su interpretación y que se constituye en insumo para la estructuración del capital humano. Cada trabajador construye su conocimiento frente a los diferentes aspectos organizacionales y es la organización, según Navas (2002), la encargada de aprovechar estos aportes cognoscitivos para lo cual requiere estructurar su capacidad de gestión y, sobre todo, visualizar con claridad el significado, alcance e implicaciones de tal conjunción de conocimientos.

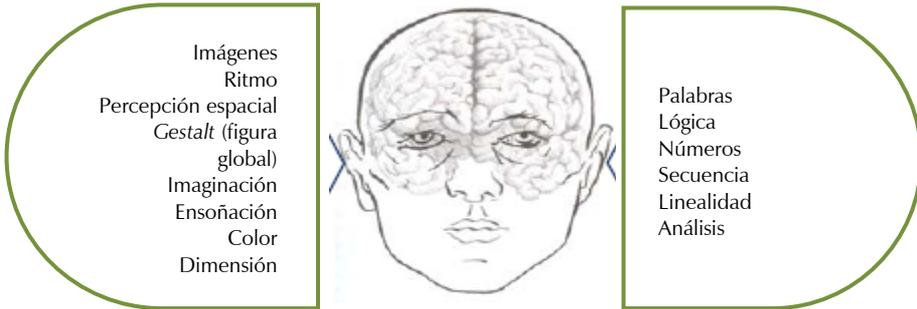
En este punto, resulta conveniente la utilización de los mapas de representación como herramientas que facilitan la codificación del conocimiento individual en prácticas organizacionales, es decir, que permiten la transición de capital humano hacia capital estructural. Los mapas de representación de conocimiento surgen como una herramienta útil que proporciona elementos importantes para la planeación estratégica y para el mejoramiento de los flujos de información y conocimiento en las organizaciones.

Los mapas han estado presentes en el desarrollo del conocimiento y, tal como lo indica Campos (2006), constituyen una forma de comunicación implementada desde hace muchos años, que brinda un mayor valor al aprendizaje mediante el enlace de nuevos conocimientos con los conceptos propios que cada persona ya posee en su estructura cog-

nitiva, generando otros conceptos, relevancias y jerarquías para crear nuevo conocimiento (Abrea y Del Campo, 2004). Su utilización proporciona numerosos beneficios tanto para el individuo como para la organización a la cual este pertenece. Campos (2006) y Cañas (2006) mencionan algunos de ellos: diagnostican la estructura cognitiva del individuo; facilitan el desarrollo del vocabulario y el aprendizaje de textos; favorecen el pensamiento lógico y creativo, la integración del conocimiento previo y el obtenido; promueven una mayor comprensión y retención; contribuyen a la identificación de ideas principales y la relación entre conceptos, y facilitan la investigación, reflexión y colaboración.

De acuerdo con De la Peña (2006), los mapas de representación de conocimiento tienen un anclaje cerebral, y por tanto, su elaboración está ligada a las funciones de cada uno de los hemisferios (ver Figura 2-1), atribuyendo al hemisferio izquierdo las capacidades de manejo del conocimiento y al hemisferio derecho las de organización gráfica. En todas estas herramientas representativas se tiende a buscar un equilibrio entre el uso de la imagen y de la palabra, para de esta manera lograr una armonización y potencialización de la capacidad cerebral; la articulación de todos los sentidos aumenta las conexiones neuronales que causan un aprendizaje más rápido y eficaz, al promover el desarrollo de las capacidades.

Figura 2-1. Funciones dinámicas de los hemisferios cerebrales



Fuente: adaptado de Buzán (2002)

En la actualidad, el gran desarrollo de este tipo de herramientas con diversas funcionalidades se traduce en variedad de técnicas para su realización, algunos ejemplos son: mapas y herramientas cognitivas, modelos visuales, técnicas de aprendizaje visual, herramientas viso-verbales, mapa semántico, mapa conceptual, mapa de árbol, mapa de definición de conceptos, mapa espina de pescado, esquema de puente, diagrama de Venn, diagrama de flujo, diagrama de red, la línea del tiempo, entre otros (Campos, 2006).

A continuación se analizan los mapas mentales, los mapas conceptuales, los mapas temáticos, los dendrogramas y los mapas tecnológicos, debido a su aporte al manejo de volúmenes elevados de información que permiten optimizar procesos de la gestión del conocimiento. Adicionalmente, estas formas de representación en la literatura han demos-

trado ser herramientas adecuadas para la interacción entre expertos informáticos y usuarios en la generación de valor y la construcción de conocimiento, aportando facilidad de comprensión y disminución de los tiempos de asimilación.

▪ **Explotación de las capacidades creativas a través del mapa mental.** Buzan (2002), conocido como el padre de los mapas mentales, explica que estos son un recurso que canaliza la creatividad porque utilizan todas las habilidades relacionadas con ella, particularmente la imagen, la asociación de ideas y la flexibilidad, que surgen como base de estudios sobre la memoria, relacionando elementos de recuerdo y evocación, asociaciones y énfasis. El mapa mental permite la organización y brinda una manera de representar la información en forma fácil, espontánea, creativa y libre de exigencias de cualquier forma de organización lineal.

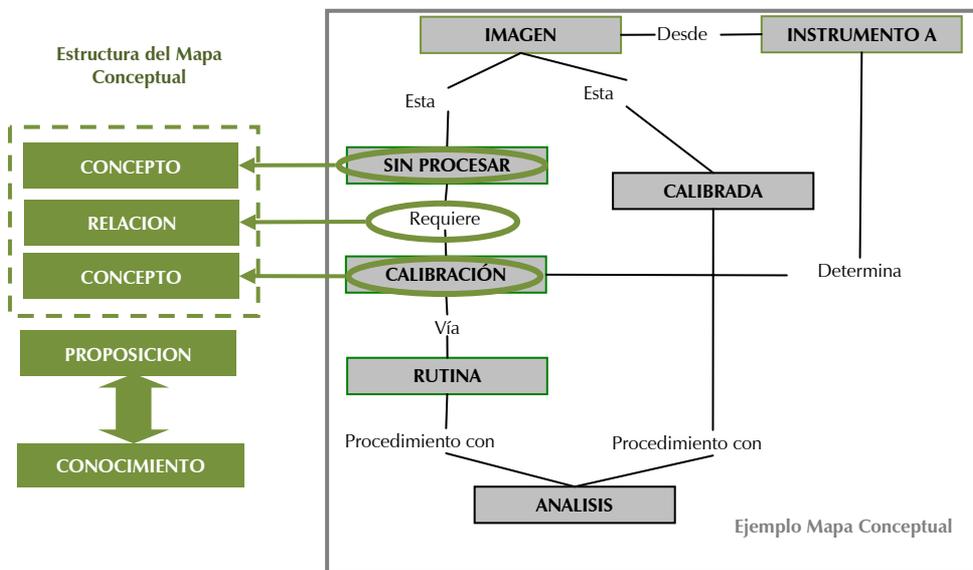
Para la realización de un mapa mental deben tenerse en cuenta cuatro elementos básicos (Escudero *et al.*, 2003): (1) el asunto, que es el centro del mapa, (2) las ideas identificadas como básicas y posteriormente ordenadas jerárquicamente, (3) la irradiación que plasma cómo los principales temas del asunto deberían irradiar de la imagen central o de las ideas básicas y (4) las ramas o ligas, que pueden contener tanto una imagen como una palabra clave (mejor las dos); los puntos de menor importancia deberían representarse también con ramas que se añadirán a las del nivel superior, y todas las ramas han de formar una estructura conectada. Buzán (2002) en su libro titulado “El libro de los mapas mentales”, proporciona elementos y consejos prácticos para la elaboración de un mapa mental. En la Figura 2-2 se resumen las ideas planteadas por este autor en cuanto a los fundamentos, estructura, arquitectura y usos de los mapas mentales.

La utilización de este tipo de mapas proporciona elementos importantes en los procesos de aprendizaje y en procesos de administración y planeación organizacional (Escudero *et al.*, 2003). Respecto al aprendizaje, permite o facilita la representación de ideas, de conceptos y sus interrelaciones y en el ámbito organizacional potencializa los mecanismos asociativos y permite obtener disposiciones diádicas que soportan un orden y coherencia en referencia a la toma de decisiones (Buzan, 2002).

▪ **Mapas conceptuales como herramientas de aprendizaje y planeación.** A diferencia de los mapas mentales, que dan libertad en la construcción y estructuración de ideas, los mapas conceptuales se caracterizan por manejar un protocolo en su construcción, el cual se realiza mediante redes gráficas jerárquicas de nodos y enlaces. Los nodos (cajas etiquetadas) son usados para representar conceptos que son conectados con enlaces (verbos en líneas conectando nodos); estas etiquetas describen relaciones con sentido entre dos o más conceptos. Esta información se estructura desde redes preposicionales, las cuales (1) muestran los elementos centrales de las relaciones conceptuales claves y (2) modelan la accesibilidad del conocimiento (Romance y Vitale, 1999; Messerotti, 2002; Marshall *et al.*, 2005).

De acuerdo con Chau (1998), hay tres rasgos básicos usados en la creación de mapas conceptuales: (1) la lista de conceptos, (2) las líneas que representan los enlaces relacionales entre estos conceptos y (3) las etiquetas para estos enlaces relacionales; estos elementos se visualizan en la Figura 2-3.

Figura 2-3. Estructura de un mapa conceptual



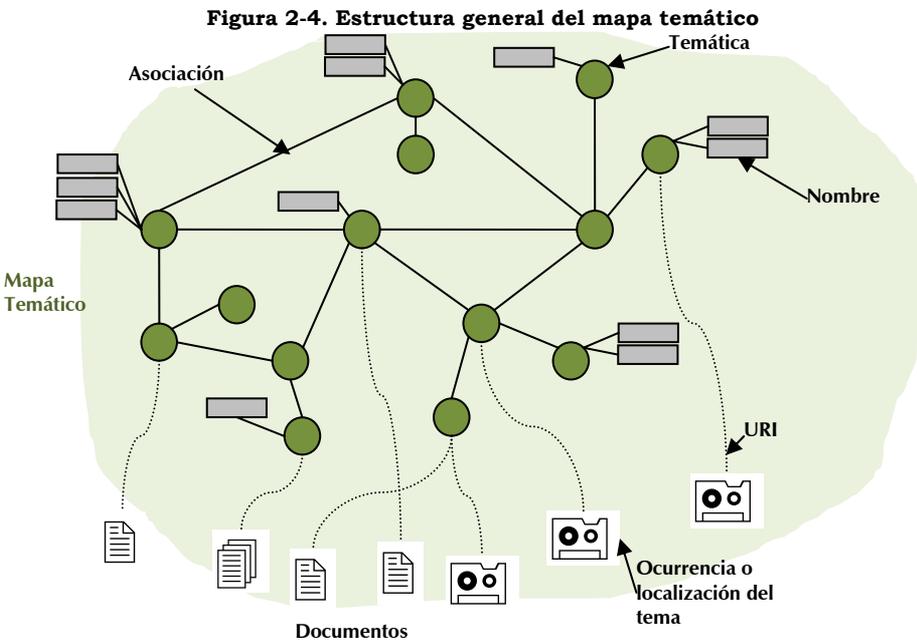
Fuente: Messerotti (2002)

Aunque los mapas conceptuales fueron desarrollados inicialmente por Joseph Novak como herramientas de enseñanza (Chau, 1998), estos han sido usados también en estudios políticos y en la filosofía de la ciencia para proporcionar una representación visual de estructuras de conocimiento y formas argumentativas. Así mismo, su implementación se ha ampliado a otras disciplinas de representación de conocimiento formal, tal es el caso de las redes semánticas en inteligencia artificial, los gráficos de unión en ingeniería mecánica y eléctrica, los diagramas CPM y PERT en investigación de operaciones (Gaines y Shaw, 1995), y los negocios y gestión del conocimiento (Marshall, 2005). Sin embargo, se destaca el uso de los mapas conceptuales en dos campos (Sutherland y Katz, 2005): el que se relaciona con el aprendizaje estudiantil y el desarrollo curricular, y el relacionado con la evaluación de programas y planeación.

En el primer caso, el mapeo conceptual es interpretado como una técnica gráfica para promocionar la interacción social y el intercambio mediante la creación de condiciones para la comprensión de pensamientos y su enlace con otros. En el segundo, el mapeo conceptual es un tipo de conceptualización estructurada la cual puede ser usada por grupos para programas de planeación y desarrollo, así como para propósitos evaluativos y toma de decisiones.

▪ **Generación de conocimiento y redes sociales a través de la gestión de información documental mediante mapas temáticos.** De forma homóloga a los mapas conceptuales, los temáticos tienen unos parámetros definidos para la estructuración de ideas, es más, tal como lo plantea Lamarca (2005), los mapas temáticos son mapas conceptuales que siguen una sintaxis y un lenguaje formalizado, aunque plantea una diferencia clara entre ellos y es que los mapas temáticos se rigen por la norma ISO 13250.

Los mapas temáticos, también denominados *Topic maps*, son representaciones gráficas del contenido de una colección de textos, la cual se logra utilizando análisis lingüístico para la extracción de términos relacionados desde el texto y clusterizándolos en mapas de dos dimensiones, es decir, es una manera de representar la información procesada, que muestra relaciones existentes entre términos contenidos en un texto. Un mapa temático (ver Figura 2-4) es, funcionalmente, equivalente a un índice de múltiples documentos que cuenta con tablas de contenidos, glosarios y tesauros, donde los temas se organizan por tipos y cada aparición de un tipo de tema tiene un título, que se describe incluyendo su papel semántico.



Fuente: Sitio oficial de la aplicación Wandora (www.wandora.org)

Su utilización permite modelar y representar el conocimiento, y su función es la de ayudar a etiquetar los distintos recursos o documentos por categorías cuando se tiene una colección, es decir, son una manera formal de declarar un conjunto de temas y proveer enlaces a documentos o nodos de subdocumentos que los abordan. Se sugiere además que los mapas temáticos no solo sirven para organizar la información, gestionarla y facilitar su recuperación, sino que también se configuran como una forma de gestión del co-

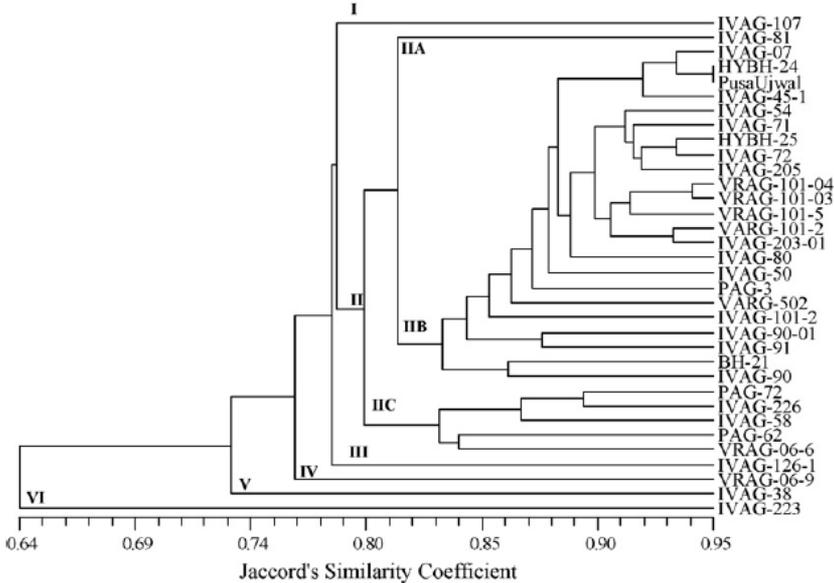
nocimiento, ya que permiten representarlo. Algunos autores relacionan los mapas temáticos con las redes sociales, con el objetivo de predecir el comportamiento de una red y aproximar las estrategias de los nodos que la componen, disponiendo de la información sobre qué nodos existen y cómo están conectados entre ellos (Caraballo, 2007).

▪ **Dendrogramas como herramienta de organización y agrupación de la información.**

Los dendrogramas son una representación gráfica de datos que organiza la información en subcategorías y que se van dividiendo en otros hasta llegar al nivel de detalle deseado, permitiendo apreciar claramente las relaciones de agrupación entre los datos e incluso entre grupos; generalmente se utilizan algoritmos de *clustering* para lograr estas agrupaciones. Esta herramienta es muy útil en la toma de decisiones, emplea técnicas estadísticas que logran analizar datos adecuadamente para el análisis de *clusters*.

Un dendrograma, representado en la Figura 2-5, ilustra cómo se van haciendo las subdivisiones o los agrupamientos, etapa a etapa, de forma que los datos sean muy homogéneos dentro de los grupos (mínima varianza) y que estos grupos sean totalmente heterogéneos entre ellos, en lo posible (máxima varianza). De este modo, se obtiene una clasificación multivariante de los datos, con la que es viable comprender mejor los mismos y la población de la que proceden. Es por ello que son conocidos como herramientas de clusterización jerárquica (Maarek y Ben-Shaul, s.f), lo que permite a cualquier sistema organizar flujos de información y establecer prioridades a la hora de tomar decisiones.

Figura 2-5. Ejemplo de un dendrograma



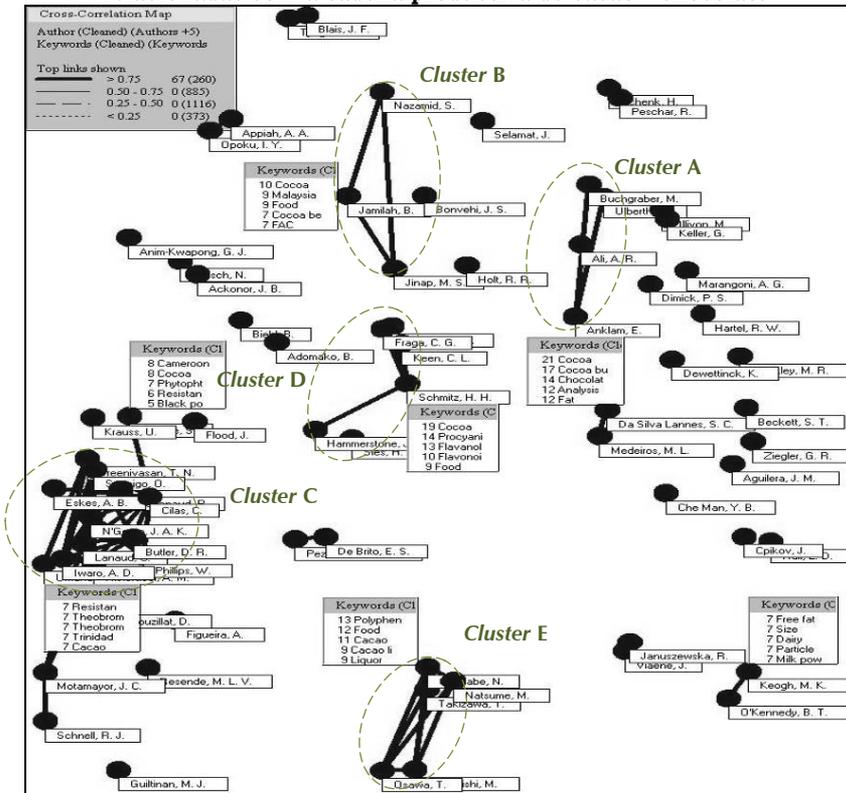
Fuente: Pandey et al. (2008)

Esta herramienta es bastante útil en los procesos de toma de decisión en distintas áreas del conocimiento, por ejemplo, en microbiología puede ser usado para discriminar el e-

fecto de las diferentes variables introducidas en un experimento. Pérez *et al.* (2003) comprobaron que a través del análisis por dendrogramas es posible vislumbrar el efecto de diferentes raciones en la composición de la microbiota intestinal, analizando una matriz de similitudes/distancias relativas entre muestras en el que gráficamente se observa el grado de relación entre las mismas.

▪ **Mapa tecnológico como representación de conocimiento para la identificación de clusters de tecnologías y estrategia empresarial.** De acuerdo con Escorsa *et al.* (1999), los mapas tecnológicos permiten obtener representaciones cartográficas del estado de una determinada área tecnológica a partir del tratamiento y análisis estadístico de la información contenida en las bases de datos de artículos o patentes.

Figura 2-6. Mapa tecnológico de las principales redes de investigación por temáticas relacionadas con la cadena productiva de cacao – chocolate⁹



Fuente: Castellanos *et al.* (2007)

⁹ En la Figura se presentan los diferentes investigadores cuyo nombre aparece en las etiquetas rectangulares, las relaciones existentes entre los investigadores (para el caso el trabajo conjunto en determinada temática) son señaladas a través de las líneas que los unen. De esta manera se conforman los clusters, para cada uno de los cuales es posible identificar las palabras clave por temática de trabajo, las cuales aparecen enmarcadas con la denominación de Keywords.

Para la construcción de estos mapas se comienza desde la matriz de co-ocurrencia, las cuales son usualmente ejecutadas mediante métodos estadísticos multivariados como análisis de *clusters*, y especialmente escalamiento multidimensional (MDS); así, en el caso de mapas tecnológicos basados en palabras clave, si dos palabras aparecen juntas en artículos o patentes existirá una relación o “proximidad” entre ambas; por el contrario, una baja co-ocurrencia entre dos palabras (aparecen juntas muy pocas veces o nunca) será señal de una falta de relación entre ellas (Kopcsa y Schiebel, 1998; Vargas y Castellanos, 2005).

Los mapas tecnológicos muestran gráfica y sintéticamente, aquellas tecnologías en las cuales la mayoría de las investigaciones se ha realizado (y por tanto, en donde se ha generado la mayoría de publicaciones y patentes) en un periodo dado. Mediante la comparación de mapas correspondientes a diferentes periodos, es posible detectar esas tecnologías emergentes que están efectuando una rápida expansión; así, el mapeo provee la oportunidad de reducir la incertidumbre y facilitar la detección de nuevas oportunidades de mercado (Escorsa *et al.*, 2000). En la Figura 2-6 se presenta un mapa tecnológico que asocia las redes de investigación en el sector cacaoero en el nivel mundial; esta representación permite establecer grupos de trabajo, tendencias de las investigaciones y los autores más prolíficos en el sector.

Los mapas tecnológicos han sido ampliamente usados en ejercicios de vigilancia tecnológica para evaluar el desarrollo científico y tecnológico en una determinada área de conocimiento, sin embargo, también existen otras herramientas de representación gráfica de tecnologías como el *roadmap* tecnológico. Empleado recientemente, el *roadmap* permite 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). Esta técnica 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 herramienta 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; esta herramienta (frecuentemente gráfica) maneja estructuras basadas en el tiempo, 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 el desarrollo de tecnologías, productos y mercados (Phaal *et al.*, 2004; Galvin, 2004).

Dado que cada uno de los mapas tiene particularidades en cuanto a su construcción, fuentes de insumo y valor que brinda, se recomienda, independientemente de la denominación que tenga el mapa: (1) caracterizar la información de la cual se espera obtener una representación del conocimiento, (2) establecer las características que se desean obtener en el mapa y (3), en función de estas últimas, escoger la manera de representación visual deseada.

Las aplicaciones potenciales de los mapas descritas previamente, parecen ser un reto suficiente para estimular el interés en este nuevo campo, debido a que ofrecen a las empresas oportunidades para mejorar su desempeño. Sin embargo, obtener esa eficiencia adicional exige un cambio de pensamiento, un nuevo modelo de gerencia y dirigir parte de la atención a la integración de las partes del sistema organizacional.

En conclusión, la adopción de los mapas de representación de conocimiento por parte de las organizaciones para facilitar la integración del capital intelectual y la toma de decisiones, es un proceso que se considera pertinente y beneficioso. Howard (1989) fue uno de los primeros autores en describir el uso de estas herramientas en el contexto gerencial; así mismo, Niwa (1989) sugiere que el fenómeno de la asociación de conocimiento desempeña un papel importante en la toma de decisiones administrativas y, como tal, debe ser sujeto de modelación (Pelc, 1999).

De la misma manera, una vez se representa y analiza la información, es imprescindible realizar una medición de la misma. A continuación se describirán algunas técnicas usadas recientemente para ello.

2.1.2 Análisis y medición de la información

En esta sección se resume el surgimiento y aplicación de las principales áreas centradas en la medición de la información, las cuales serán denominadas “metrías”, así como la contribución estadística que han realizado a las herramientas de gestión tecnológica como la vigilancia tecnológica y los procesos de gestión de la información. Finalmente se describen las nuevas herramientas generadas alrededor de las tecnologías de la información y las comunicaciones, las cuales facilitan cada vez más los procesos de vigilancia.

- La **bibliometría** tuvo sus orígenes a mediados del siglo XX, aunque su desarrollo se inició con términos como *stadistical bibliography* planteado por Hulme en 1923, al hacer referencia al proceso de reunión e interpretación de estadísticas relativas a libros y periódicos. Posteriormente, emergieron leyes como la de Lotka, relacionada con la distribución productiva de los autores (1926), la ley de Zipf (1933), que hace referencia a la frecuencia con que es usada una palabra dentro de un texto, y la de Bradford (1934), que permite descubrir los patrones que se observan en la distribución de documentos (especialmente publicaciones periódicas) en una disciplina específica o un área problema (White, citado en Miranda, 1990); haciendo posible la consolidación del término bibliometría.

En el año 1934, Paul Otlet, utilizando el término francés *bibliometrie*, puntualiza que la bibliometría era una parte definida de la bibliología, la cual se ocupa de la medida o cantidad aplicada a los libros. “(...) *La medida del libro consiste en relacionar todas las partes y elementos de un libro cualquiera, con los de un libro tipo, standard o unidad. Este tipo debería ser el mejor de los libros*”. Añade otras posibles medidas: duración en la elaboración de las obras, extensión, tirada, edición, etcétera, y propugna finalmente la necesidad de una estadística internacional del libro (Jiménez, 1999). Pero fue Alain Pitchard en 1969, quien hizo evidente este término para remplazar el sugerido por Hulme, defi-

niéndolo como “la aplicación de los métodos estadísticos y matemáticos a los libros y otros medios de comunicación, dispuestos para definir los procesos de la comunicación y la naturaleza, curso y desarrollo de las disciplinas científicas, mediante el recuento y análisis de las distintas facetas de dicha comunicación” (Alzate, 2004).

Es catalogada por estudios de la Universidad de León de España como parte del área de Investigación y metodología documental, en donde se identifica como un proceso similar al de la Informetría, encontrándose dividida en temáticas como: fuentes bibliométricas, indicadores bibliométricos, leyes bibliométricas y técnicas bibliométricas. Es una de las primeras ciencias de la medición de información que tiene sus orígenes en conceptos como “*Librametry*” traducido como librometría o reconocido también como bibliotecometría. Su creador fue el bibliotecario y matemático indio Ranganthan en 1948, quien sugiere, según Sengupta (1992), “*el empleo de técnicas estadísticas y matemáticas para mejorar la gestión de las bibliotecas*”, o, de acuerdo con Rao (1985), “*procesos de la Información y de la gestión de la información en bibliotecas y centros de documentación mediante el análisis cuantitativo de las características de los documentos, su conducta, personal y usuarios*”. En definitiva, la cuantificación del funcionamiento de los servicios bibliotecarios (Jiménez, 1999).

Recientemente hay quienes continúan definiendo esta ciencia; tal es el caso de Luis Ferreiro, autor español, quien comenta: “La bibliometría es la codificación numérica de las características bibliográficas de la documentación y su tratamiento fundamentalmente estadístico y matemático, que hace posible la obtención de los indicadores bibliométricos necesarios para evaluar dichas características” (Ferreiro, 1993). Estas definiciones evidencian la evolución conceptual de la bibliometría, la cual en la actualidad aporta conceptos como el de indicadores bibliométricos que no estaban explícitos en las anteriores definiciones y que cobra gran importancia a la hora de describir el tema. Adicionalmente, se entiende con claridad y alto grado de consenso la existencia de dos aspectos: (1) los métodos estadístico-matemáticos, o más genéricamente cuantitativos, que se han de emplear para el manejo de la información y (2) el objetivo que ésta persigue el cual se resume en analizar conjuntos documentales, sus productores y consumidores. De igual manera, existen divergencias en ciertos aspectos como los límites de bibliometría, los objetivos que pretende alcanzar y la naturaleza y pertinencia de algunos los datos sobre los que trabaja.

▪ **Cienciometría.** Como un concepto análogo a la bibliometría, la cienciometría utiliza técnicas de medición para evaluar el progreso de la ciencia y su nivel de desarrollo, su impacto y relevancia en la sociedad. Es originaria de la antigua Unión Soviética y su primer desarrollo fue conocido en Europa del Este. Algunos autores sitúan los antecedentes de esta disciplina en Polonia a principios del siglo XX, donde se empezó a utilizar el término *Nauko nawstwo*. Hacia 1969, Nalimov y Mulchsenko introdujeron el término *naukometriia* (cienciometría) para designar la aplicación de métodos cuantitativos a la investigación sobre la ciencia, considerada como un proceso informativo.

De igual forma, Dobrov afirmaba que la mayor atención de la cienciometría se ha concentrado en el análisis de los parámetros “informativos” del desarrollo científico, tales como número de trabajos, revistas y autores por un lado, y las leyes de envejecimiento, dispersión, estructura, flujos de documentos, procesos de la citación, etcétera, por otro. Desde este punto de vista el objetivo sería: “determinar la serie de índices dinámicos que describen el sistema de la ciencia en el proceso de su desarrollo teniendo en cuenta que es un sistema de probabilidad y sus resultados tienen una naturaleza probabilística” (Sengupta, 1992). Derek J. de Solla Price veía las cosas de un modo muy parecido, puesto que para él, el principal objetivo de la cienciometría es conseguir un análisis matemático de la ciencia (Price, 1961 citado en Jiménez, 1999).

Los temas que interesan a la cienciometría incluyen el crecimiento cuantitativo de la ciencia, el desarrollo de las disciplinas y subdisciplinas, la relación entre ciencia y tecnología, la obsolescencia de los paradigmas científicos, la estructura de comunicación entre los científicos, la productividad y creatividad de los investigadores, las relaciones entre el desarrollo científico y el crecimiento económico, etcétera. La cienciometría usa técnicas matemáticas y el análisis estadístico para investigar las características de la investigación científica. Puede considerarse como un instrumento de la sociología de la ciencia (Spinak, 1998).

▪ **Informetría.** La introducción de la palabra *informetría* se le atribuye al alemán Otto Nacke, director del Institut für Informetrie und Scientometrie de Belefeld (Alemania), quien lo utilizó por primera vez en 1979. Este término adquiere relevancia al ser aceptado por el Instituto de información científica y técnica de Rusia (VINITI) y después por la Federación Internacional de información y documentación de Bruselas (FID). La definición propuesta describe la informetría como la ciencia de la aplicación de los métodos matemáticos a los hechos y situaciones del campo de la información para describir y analizar sus fenómenos, descubrir sus leyes y servir de soporte a sus decisiones. En un principio solo se le reconoció como un campo general de estudio que incluía elementos de la bibliometría y la cienciometría, surgidas con anterioridad.

Según Spinak (1998), la informetría se basa en las investigaciones de la bibliometría y la cienciometría, y comprende asuntos como el desarrollo de modelos teóricos y las medidas de información, para hallar regularidades en los datos asociados con la producción y el uso de la información registrada; abarca la medición de aspectos de la información, el almacenamiento y su recuperación, por lo que incluye la teoría matemática y la modulación.

Tomando como base las definiciones descritas hasta el momento, es evidente la estrecha relación existente entre bibliometría, cienciometría e informetría, lo cual ha despertado la iniciativa de algunos autores por realizar diferenciaciones entre ellas; es el caso de Macías (2002), quien por medio de diferentes criterios como objetivo, variables que trabaja, entre otros, expone su punto de vista con respecto a estas tres ciencias (ver Tabla 2-1).

De acuerdo con lo anterior, las tres métricas enunciadas persiguen objetivos específicos y diferenciables, que a su vez pueden complementarse para fortalecer los procesos de gestión de la información que actualmente se requieren, de modo que sirven de soporte para las nuevas formas de medición de la información como las que se explicarán a continuación.

Tabla 2-1. Elementos relevantes de las principales métricas

Tipología	Bibliometría	Cienciometría	Informetría
Objeto de Estudio	Libros, documentos, revistas, artículos, autores y usuarios.	Disciplinas, materias, esferas, campos.	Palabras, documentos, bases de datos.
Variables	Números en circulación, citas, frecuencia de aparición de palabras, longitud de las oraciones, etcétera.	Aspectos que diferencian a las disciplinas y a las subdisciplinas. Revistas, autores, trabajos, forma en que se comunican los científicos.	Difiere de la cienciometría en los propósitos de las variables, por ejemplo, medir la recuperación, la relevancia, el recordatorio, etcétera.
Método	Clasificación, frecuencia, distribución.	Análisis de conjunto y de correspondencia.	Modelo rector-espacio, modelos booleanos de recuperación, modelos probabilísticos, lenguaje del procesamiento, enfoques basados en el conocimiento, tesauros.
Objetivos	Asignar recursos, tiempo, dinero, etcétera.	Identificar esferas de interés, donde se encuentran las materias; comprender cómo y con qué frecuencia se comunican los científicos.	Aumentar la eficiencia de la recuperación.

Fuente: Macías (2002)

■ Nuevas métricas: **webmetría y patentometría**. Con el surgimiento de nuevas tecnologías de la información, han emergido nuevas formas de medición que complementan el conjunto de métricas existentes, tal es el caso de la webmetría o *Webometrics* en inglés, que hacia la mitad de la década de los noventa se empieza a definir como el estudio cuantitativo de los fenómenos de la Web, que abarca los estudios de hipervínculos, los cuales poseen usos potenciales más amplios que los estudios bibliométricos de citas. Abraham y Foresta (1996) definen la webmetría como una técnica original que nace con el objetivo de elaborar mapas cognitivos y modelos matemáticos de la Web que permitan entender su funcionamiento como prototipo de organización social, cultural y política del Ciberespacio.

Así mismo, Abraham (1997) afirma que esta novedosa técnica estudia la relación entre los elementos principales de la Web, comparables a una red neuronal conformada por nodos y conexiones, correspondiendo los nodos a los dominios, servidores y páginas que

componen la Web y las conexiones con los enlaces que se establecen entre los nodos dando lugar a una matriz de conexiones que abarca todo el entorno Web. Estudios recientes como el realizado por Worwel (citado en Kaliczynska, 2004) mencionan que *webometrics* es la ciencia que permite conducir varias investigaciones al modelo y el contenido excesivo de la Internet, especialmente sitios de Web; por otra parte, esta nascente ciencia es descrita como el análisis informétrico de la Web (Björneborn e Ingwersen, 2001), coincidiendo con autores que la definen como la aplicación de las técnicas biblio-ciencia-informétricas al entorno *web*.

Cabe mencionar que la webmetría también es definida, dentro del marco de la bibliometría - informetría, como una técnica que pertenece a la bibliotecología y a las ciencias de la información, haciendo explícita la relación existente con la cibermetría. Por ello, se hace pertinente conceptualizar la cibermetría como un área más general, caso en el que Björneborn e Ingwersen (2004) y Faba (2004) aportan a la definición por medio de trabajos específicos en los cuales coinciden en que uno de los precursores de la cibermetría fue Paisley, que en 1990 la describió como la aplicación de los métodos informétricos al campo de la comunicación electrónica, definición basada en las tendencias del momento, las cuales hacían referencia a que una gran proporción de todos los textos que aparecen en libros, revistas científicas, revistas comerciales y periódicos, debería estar depositada en bases de datos electrónicas, y que dichas bases incluirían tanto los registros publicados como los no publicados.

Esta amplia colección de información electrónica fue denominada por Almind e Ingwersen (1997) como el ámbito futuro de la investigación bibliométrica, coincidente con definiciones realizadas por autores como Bossy (1995), Shiri (1998), Dahal (1999) y Aguillo (2000). Lo expuesto permite observar que existen básicamente dos vertientes de análisis: por una parte, la *Cybermetrics* (Cibermetría) con todas sus variantes terminológicas, que estudia la aplicación de las tradicionales técnicas informétricas a cualquier tipo de información disponible en la red Internet e incorporando otras nuevas; por otra parte, la *Webometrics* (Webmetría), más restringida y formando parte de la anterior, está basada en la aplicación de la informetría u otras nuevas técnicas de medida de la información disponible a través del entorno Web. (Faba Pérez et al., 2004)

De acuerdo con los términos examinados previamente, se hace evidente que las metrías actuales han surgido a partir del desarrollo de nuevas tecnologías de información y comunicación TICs, que a su vez siguen contribuyendo al nacimiento de diferentes términos como *Influmetrics*, acuñado por Davenport, para sugerir la identificación y cuantificación de las líneas imperceptibles y difusas de la influencia científica en este nuevo entorno electrónico (Cronin, 2001), e *Internetmetrics*, para denominar a un conjunto de estudios cuantitativos sobre determinadas características de las páginas Web danesas (Shiri, 1998).

Recientemente, debido al fácil acceso a información industrial como es el caso de las patentes, ha surgido el término de Patentometría, empleado especialmente por los cubanos para describir una de las técnicas que componen el grupo de métodos analíticos per-

tenecientes a la bibliometría. Este nuevo término no es muy usual ya que los autores se refieren simplemente a estudios bibliométricos usando indicadores de patentes o, sencillamente y de forma más general, análisis de patentes o bibliometría de patentes. Este concepto sugiere la aplicación de herramientas estadísticas y computacionales para encontrar oportunidades tecnológicas, llevando estas herramientas a espacios de aplicación más prácticos como lo son las empresas. De allí que se evidencia el aporte e incursión de las diferentes métricas a la identificación de información relevante para el entorno organizacional y sectorial en cuanto a tecnología se refiere, dando paso a la consolidación de herramientas de gestión como la vigilancia tecnológica.

2.2 LA VIGILANCIA: HERRAMIENTA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

Actualmente en muchos países, debido a presiones sociales y económicas, se han presentado cambios de enfoque, buscando tecnologías que estimulen o soporten el crecimiento de sus economías, las cuales solo algunas veces corresponden con los requerimientos para contribuir al desarrollo sostenible. Es por esta razón que la mayoría de las organizaciones de financiación requieren validar científicamente, con base en el conocimiento y frecuentemente en información cuantitativa, los futuros desarrollos de la tecnología (Fleicher *et al.*, 2005), haciendo necesario el uso de métodos cuantitativos para su evaluación tecnológica, que proporcionan indicadores para formular políticas de ciencia y tecnología y establecer las prioridades de investigación (Vanti, 2000). De allí que el desarrollo de las métricas ha contribuido a la consolidación de técnicas propicias para este objetivo, tales como la vigilancia tecnológica (VT), que ha sido caracterizada como la aplicación de métodos biblio-cuantiométricos a la información científica y de patentes correspondientes al desarrollo de la actividad económica de la organización. Como lo expresa Callón (1995), la VT contribuye al control del entorno y aporta elementos para tomar decisiones, reúne procedimientos e instrumentos que concurren en la investigación, en el tratamiento y distribuciones de informaciones científicas y técnicas sobre temas que atañen a preocupaciones concretas de los responsables y de los agentes de la empresa.

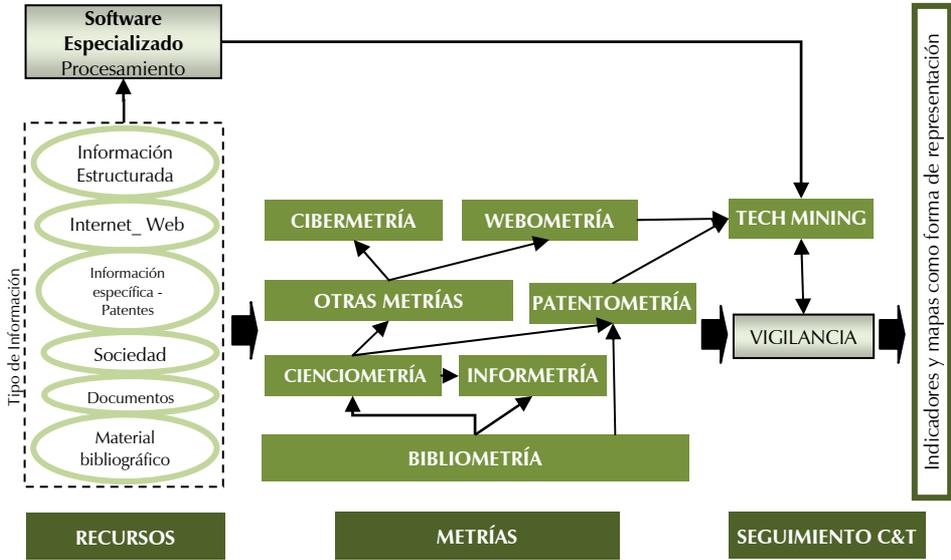
De acuerdo con lo anterior, la presente sección pretende dar a conocer la evolución conceptual de la vigilancia a partir del aporte de las métricas descritas en la primera parte de este capítulo, sus diferentes acepciones, herramientas y procedimientos que aportan a otros mecanismos de gestión tecnológica con el fin de contribuir a una toma de decisiones cada vez más rápida y eficiente, demandada por las dinámicas actuales de la globalización.

2.2.1 Evolución de la vigilancia y herramientas afines

Como se observó en la sección inicial del presente capítulo, las métricas y los mapas como formas de representación de la información, poseen elementos y atributos que han contribuido al desarrollo de herramientas de gestión tecnológica adecuadas para administrar la información y generar un conocimiento en entornos empresariales y sectoriales, como

la vigilancia, la cual permite establecer un proceso de toma de decisiones coherentes con el entorno. En la Figura 2-7 se detalla un esquema que permite evidenciar las relaciones existentes entre las métricas tradicionales, las nuevas técnicas de medición de información y la vigilancia, así como los recursos que sirven como insumo para el proceso.

Figura 2-7. Representación del aporte de las métricas a la VT



La bibliometría, tal como se representa en el esquema anterior, es la raíz de todas las ciencias que se apoyan en el tratamiento de información para establecer dinámicas en cada una de ellas; por ello se emplean indicadores bibliométricos para describir el comportamiento de comunidades académicas como es el caso de los indicadores cientométricos, dentro de los cuales los mapas tecnológicos son de gran importancia; se analiza información relacionada con libros o artículos, y también las patentes como parte de estrategias de innovación, y adicionalmente se extrapola al manejo de información de los grandes portales que se han generado con la aparición de Internet, dando paso a la sistematización y tecnificación de estos procesos.

Retomando las bases de las métricas, especialmente en lo que respecta a la bibliometría, la cientometría y la patentometría, surge la vigilancia. Aunque se ha desarrollado bajo la misma premisa conceptual y metodológica, la acepción para referirse a ella ha variado dependiendo del punto geográfico al cual se haga referencia. En la Figura 2-8 se analizan estas variaciones.

El origen del concepto de vigilancia tecnológica data de 1988, al ser empleado por Martinet B. y Ribault J.M. el término *veille technologique*, el cual de acuerdo con Jakobiak (1992), Lesca (1991) y Martinet y Marti (1995) (quienes desarrollan todo el con-

cepto francés) se enfoca en la búsqueda de información que se extrae de la competencia a partir de la identificación de distintas fuentes, y su posterior tratamiento a través de técnicas estadísticas. Para ello, desarrollaron varias de estas técnicas encaminadas al análisis tanto de bases de datos como de textos.

Figura 2-8. Acepciones de la vigilancia empleadas en el nivel mundial



En la actualidad, el avance de la computación ha permitido desarrollar programas especializados como *Tetralogie* del Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT), el cual se basa en diferentes técnicas de análisis y representación para evaluar la relación que existe entre textos en grandes volúmenes de información.

En Europa, se encuentra que los españoles retoman el término de los franceses, traducéndolo como vigilancia tecnológica, y sobresalen los trabajos de Lesca (1991) y Tena (1992), los cuales abarcan elementos de análisis de información provenientes de los competidores. Para el año de 1994, es Cornella quien genera las primeras publicaciones nacionales en torno a la importancia de la información externa como recurso. Posteriormente, autores como Palop y Vicente (1999a; 1999b) a través de los estudios COTEC 14 y 15, se han centrado en la evolución de la vigilancia tecnológica como concepto para el desarrollo de ventajas competitivas en las organizaciones.

Comprendiendo el aporte realizado por las métricas y los mapas de representación a la consolidación de la vigilancia, se retoman las bases conceptuales de esta con el fin de evidenciar la utilidad e importancia dentro de los procesos de gestión tecnológica actuales. La vigilancia surge en Francia hacia la década de los años ochenta como aplicación de la cienciometría en el ámbito empresarial, y se ha difundido por todo el mundo generándose de esta forma diversas terminologías, que en esencia hacen referencia a la búsqueda, captación y análisis de información correcta, proporcionada a la persona ade-

cuada y en el momento oportuno (Callón, 1995), convirtiéndose en una herramienta de gestión tecnológica que permite a las organizaciones la generación de estrategias acordes según el contexto.

Más recientemente autores como Escorsa y Maspons (2001), Sanchez *et al.*, (2002), Cetisme (2003) desarrollan el concepto de Inteligencia en diversos escenarios como el tecnológico, el competitivo y el económico (Tena y Comai, 2005), al hacer referencia a las actividades de seguimiento de información tecnológica. Su expansión hacia América Latina se ha dado gracias a la incursión de empresas de consultoría especializadas como IALE y TRIZ. Se evidencia cierta unanimidad en Latinoamérica, en donde se emplea el término monitoreo, vigilancia o mapeo tecnológico para referirse a este tema, pero cabe resaltar el caso de México, en donde se ha formulado el término *inteligencia competitiva tecnológica* y en donde la academia (como es el caso del Instituto Tecnológico de Monterrey) ha desarrollado líneas de investigación específicas en esta materia, haciendo énfasis en el mapeo tecnológico, la detección de trayectorias de investigación y acciones estratégicas de competidores y proveedores, la identificación de tecnologías incipientes que generarán nuevos mercados, las alertas tecnológicas y la selección de fuentes internacionales de información. Cuba por su parte, recientemente está manejando el término de patentometría.

En Norte América se emplea en la mayoría de publicaciones el término de Inteligencia competitiva (IC); de acuerdo con Rodríguez (2003), los antecedentes de la IC se remontan a la década de los años sesenta cuando las organizaciones comenzaron a tener la necesidad de monitorear el ambiente en el que se desenvuelven y la incidencia que los agentes externos pueden llegar a tener, impactando de cierta manera su grado de supervivencia. Sin embargo, es solo hasta 1986 cuando se crea la Society of Competitive Intelligence Professionals (SCIP), la cual abarca a los profesionales involucrados en la generación del conocimiento en el nivel directivo para el desarrollo de ventajas competitivas a largo plazo.

En la actualidad, el enfoque de la IC se centra más en el desarrollo de competitividad a partir de las negociaciones, la información científica y técnica, la estratégica y las herramientas tanto metodológicas como de software. Así mismo la IC, se dedica a la identificación de los agentes de cambio que han transformado el mercado recientemente y lo harán en el futuro, basándose en técnicas como el *Roadmapping* (Meadows, 1999). Para el caso de Canadá se emplea el término de *veille* hacia la parte francófona como se observa en trabajos de Gauthier (1998a), en los cuales es posible notar que al realizar la traducción se emplea *monitoring* (Gauthier, 1998b), aunque en algunos artículos revisados los autores emplean *watch* en las regiones de habla inglesa.

La expansión del uso de la vigilancia como herramienta de análisis de información en el ámbito científico y tecnológico, así como de los competidores, se evidencia no solo en su amplia difusión a través de las diferentes acepciones, sino a través de la masificación de centros, institutos y empresas que ofrecen este servicio tanto a los investigadores como a decisores en diferentes áreas, y que incluso realizan asesorías para organizaciones y enti-

dades estatales. Es importante tener en cuenta que el término vigilancia tecnológica está siendo substituido paulatinamente por el de inteligencia, aunque ambas palabras continúan siendo usadas indistintamente. Por ello, no solo existen los centros de ciencia y tecnología y vigilancia tecnológica sino también los que manejan el concepto de inteligencia, que emplean herramientas y metodologías similares para la búsqueda de información con un mismo fin: la generación de ventajas competitivas.

2.2.2 La vigilancia tecnológica como herramienta para la generación de conocimiento y estrategia en las organizaciones

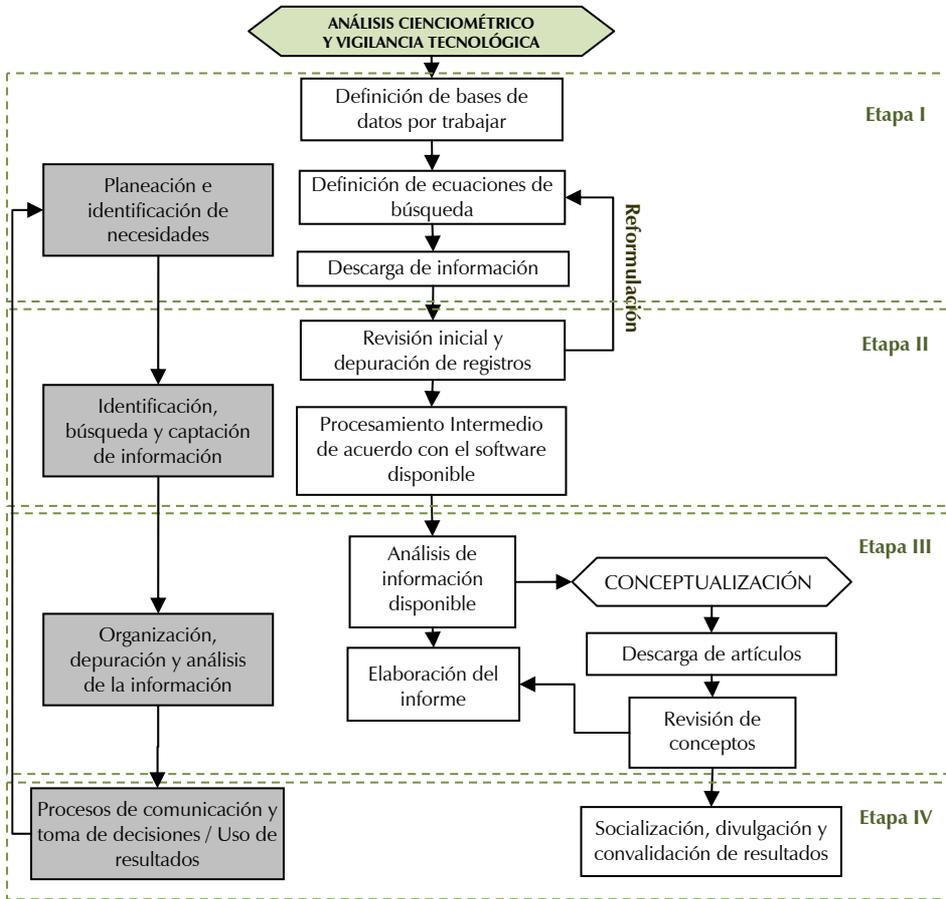
Para evidenciar el aporte de la vigilancia al entorno organizacional es conveniente entender el proceso de gestión de información que contempla esta herramienta; la Figura 2-9 ilustra las fases de la vigilancia desarrolladas por el grupo de investigación BioGestión, las cuales abarcan los aspectos generales descritos en los modelos de varios autores como Ashton y Klavans (1997), Rodríguez (1999) y Castellanos (2007). Estos coinciden en la evolución desde la necesidad identificada hasta la generación de conocimiento, como en el análisis de fuentes documentales —bases de datos— donde el diseño de estrategias conduce a generar impactos en distintas áreas, que se fundamenta en un proceso de retroalimentación continua hacia cada nueva necesidad que la organización identifique.

En primera instancia, es necesario establecer los objetivos de realizar una vigilancia tecnológica, para de este modo analizar información en un contexto adecuado para la toma de decisiones, cumpliendo con el propósito de la gestión del conocimiento (Spiegler, 2003). Castellanos (2007) menciona que a través de la información de patentes es posible conocer qué productos y sistemas están apareciendo en el sector, debido a que las patentes constituyen la información más actual con respecto a la innovación tecnológica, por cuanto cierra el primer ciclo de los procesos de investigación y desarrollo¹⁰, mientras los artículos científicos proporcionan información que permite identificar investigadores en un área o rama de la ciencia y establecer encadenamientos de científicos que trabajen en un tema en particular, 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. De este modo, el tratamiento y gestión de informaciones formales provenientes de bases de datos científicas y técnicas proporcionan información relevante para establecer estrategias tecnológicas (Vanti, 2000).

Si bien la información disponible es generalmente estructurada, esta debe ser organizada y depurada teniendo en cuenta que puede provenir de diferentes fuentes de información, además el software disponible para su depuración y análisis es variado, abarcando herramientas como *Vantage Point*®, *Tetralogie*® y *Mateo Analyzer*® hasta el uso de paquetes estadísticos como *SPAD*® y *SPSS*®, inclusive *Excel*®.

¹⁰ De acuerdo con Guzmán y Sotolongo, 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 (Castellanos, 2006).

Figura 2-9. Procedimiento de vigilancia



En la etapa de análisis del proceso de vigilancia se retoman los indicadores desarrollados por las métricas (específicamente bibliometría y cienciometría) con el fin de medir los niveles de progreso de determinadas ciencias y determinar nuevas tecnologías y temáticas por trabajar. En este sentido, se hace necesario profundizar en aspectos relevantes como lo son los indicadores, retomando algunos términos estadísticos y de representación como los descritos en la sección anterior.

Uno de los principales autores que enuncia detalladamente el uso de indicadores es Spinak (1998), quien señala que los indicadores pueden dividirse en dos grandes grupos: (1) los indicadores de publicación, que miden la cantidad e impacto de las publicaciones; (2) los indicadores de citación, que analizan los vínculos o relaciones de impacto entre las publicaciones científicas.

En concordancia con lo anterior, Escorsa y Maspons (2001) presentan en tres grupos los indicadores bibliográficos de mayor uso en la cienciometría, que al articularlos con la definición de Indicadores realizada por la OMPI (2002), se agrupan en cuatro categorías como se describe a continuación:

- **Indicadores de actividad:** analizan el número y distribución de los documentos obtenidos, la productividad científica y tecnológica por países, instituciones e investigadores y el impacto que tienen en el nivel mundial (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:** son los que consideran la información presente en el título, el resumen o en el texto. El análisis de co-ocurrencia 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).
- **Indicadores de tercera generación:** son representaciones visuales del estado de desarrollo tecnológico y científico en un área determinada. El avance de las tecnologías de la información ha permitido la representación de mapas que determinan gráficamente las tecnologías y áreas del conocimiento en las cuales se investiga, publica y patenta más en un periodo determinado. Cuando se comparan mapas de distintos periodos se puede determinar cuáles son las áreas emergentes y cuáles experimentan una rápida expansión.

Adicionalmente se encuentran los indicadores desarrollados por el Institute for Scientific Information (ISI) que son utilizados para evaluar el impacto, la productividad, la obsolescencia y la dispersión que tiene una publicación sobre las producciones subsiguientes; entre ellos están: cuenta de artículos, índice de productividad, factor de impacto (FI), índice de instantaneidad o inmediatez, vida media de las citas, índice de colaboración y datos de origen.

Como es posible observar, se ha formulado un número considerable de indicadores que permite analizar el desarrollo de un área específica y soportar la toma de decisiones de forma cuantitativa. Esto concuerda con lo establecido por Sancho (1990), quien describe la importancia de trabajar con indicadores ya que permiten determinar: (1) El crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número de trabajos publicados en él. (2) El envejecimiento de los campos científicos, según la "vida media" de las referencias de sus publicaciones. (3) La productividad de los autores o instituciones, medida por el número de sus trabajos. (4) La colaboración entre los científicos o las instituciones, medidas por el número de autores o centros de investigación que colaboran (y, por tanto, firman conjuntamente un mismo trabajo). (5) El impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional, medido por el número de citas que reciben estas por parte de trabajos posteriores. (6) El análisis y evalua-

ción de las fuentes difusoras de los trabajos, por medio de indicadores de impacto de las fuentes. Como es sabido, existen clasificaciones de las revistas según su impacto.

Es claro que la importancia de los indicadores se encuentra relacionada con la toma de decisiones, y para ello es de gran utilidad emplear herramientas estadísticas que permitan analizarlos adecuadamente. En este sentido, la estadística se entiende como la ciencia matemática concerniente a la recolección, análisis, interpretación y presentación de datos (Hand, 1998), en donde los datos son recogidos para responder a un conjunto particular de cuestionamientos y necesidades de los tomadores de decisión¹¹. Sin embargo, la gran disponibilidad de información actual y cada vez más creciente, está dando paso al análisis secundario referido a la búsqueda, sobre abundantes conjuntos de datos, de patrones y relaciones, para lo cual se involucran la estadística, interpretada con un enfoque más hipotético-deductivo que uno inductivo, así como las ciencias de la computación.

2.3 MÉTODOS COMPUTACIONALES PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Los cambios sociales, económicos, políticos y tecnológicos se están generando a un ritmo acelerado en el análisis de la información. Y es en este ambiente turbulento en el cual tanto empresas, sectores y naciones deben tomar decisiones. A este fenómeno se suma el acelerado avance de las tecnologías de la información, que ha permitido procesar la información proveniente de este entorno turbulento. En este sentido, los sistemas inteligentes, como un conjunto de técnicas con la capacidad de aprender y adaptarse al entorno, han cobrado importancia como herramientas que permiten la gestión de la información para la adecuada toma de decisiones. Con el fin de sustentar esta idea, se realizó un ejercicio de análisis cuantitativo a partir del cual es posible determinar dinámicas y tendencias que se perciben en torno a los sistemas inteligentes para el procesamiento de información¹², tomando en consideración posibles áreas temáticas y campos de aplicación. Específicamente se trabajó con la información proveniente de las siguientes bases de datos: EBSCO®, SCOPUS® y ScienceDirect®, concentrando el ejercicio en la ventana de observación correspondiente al periodo enero de 2000 - agosto de 2006. Después de una depuración inicial se trabajaron 227 referencias, cuyo análisis se realizó mediante la generación de indicadores de actividad.

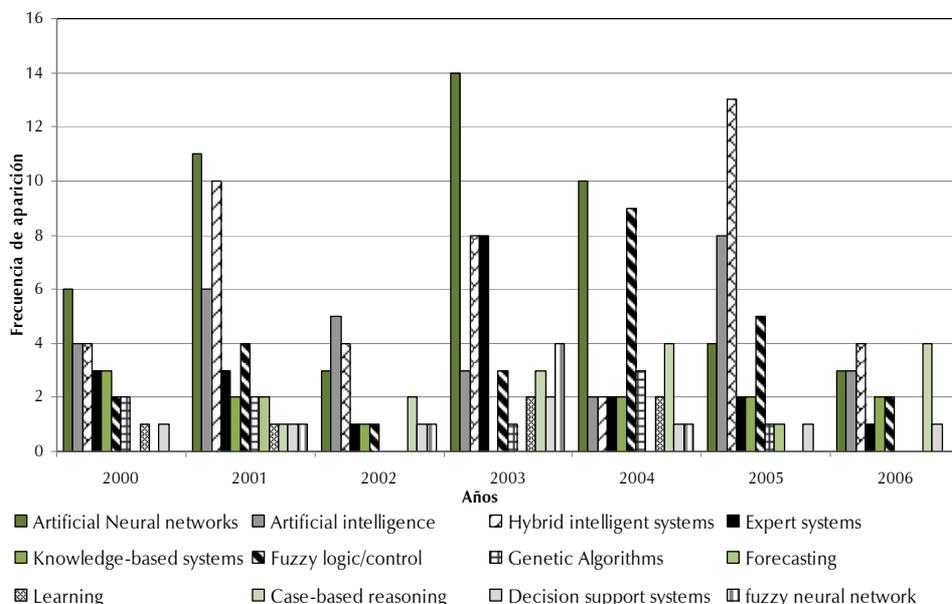
Por ejemplo, en la Figura 2-10 es posible identificar cómo, la más frecuente de las palabras clave, redes neuronales, presenta una disminución en los últimos años, mientras que los sistemas inteligentes híbridos, se pueden considerar como un área emergente. Ade-

¹¹ Por lo anterior, el manejo de herramientas como el análisis de *clusters* y del escalamiento multidimensional adquieren relevancia para quienes realizan estudios de este tipo. Dentro de estas técnicas se emplean los dendrogramas, los mapas temáticos y los mapas tecnológicos, los cuales se han presentado como mecanismos de representación idónea para el entendimiento de la información.

¹² En este contexto, sistema inteligente se refiere a métodos dinámicos y modernos para el procesamiento de información. En otro sentido, en el capítulo 5 se definirá el sistema de inteligencia tecnológica que se interpreta como aquel que cuenta con la capacidad para la toma de decisiones estratégicas referente a la variable tecnológica de un aparato productivo. En ambos casos, algunos atributos de la inteligencia se comparten, están relacionados entre sí, pueden e idealmente deben coexistir, pero claramente son diferentes.

más, aunque no esté reflejado en la gráfica, lo anterior se evidenció más fuertemente en el aspecto de los sistemas difusos, teniendo en cuenta la aparición de palabras clave relacionadas con técnicas híbridas como redes neuronales difusas, sistemas expertos difusos y sistemas genéticos difusos.

Figura 2-10. Principales áreas temáticas de métodos computacionales para el manejo de la información



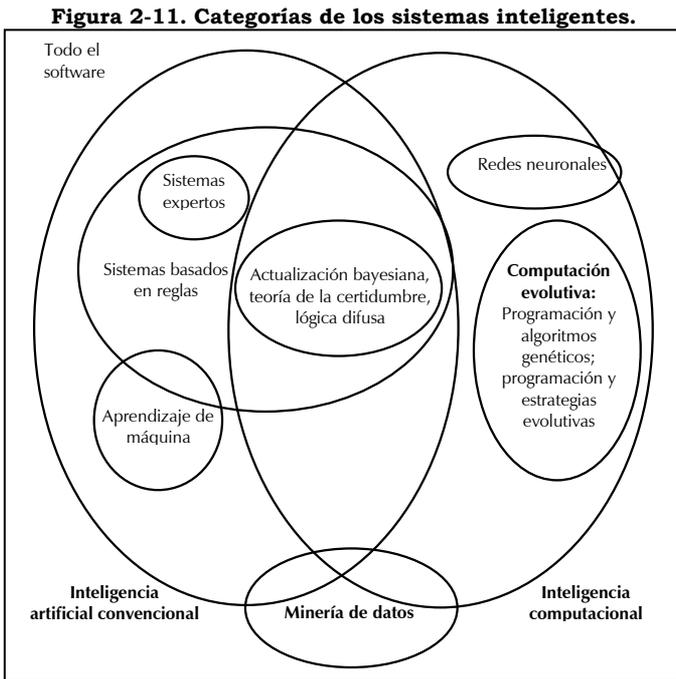
Fuente: Universidad Nacional De Colombia, cálculos basados en la información de la BD: Scopus®, ScienceDirect® y EBSCO®; cobertura 01/2000 - 08/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

De dicho análisis cuantitativo fue posible llegar a las siguientes conclusiones, relacionadas con las tendencias de investigación: (1) se evidencia la marcada relevancia en trabajos sobre sistemas híbridos inteligentes que ha sido creciente en el período de tiempo analizado, (2) la fusión de redes neuronales con otras técnicas mantuvo una fuerte tendencia creciente hasta 2003, cuando otras técnicas comienzan a penetrar con fuerza; específicamente hay una inclinación naciente por implementar sistemas difusos de forma conjunta con otras técnicas, de esta manera se busca explotar las habilidades de aprendizaje y generalización de las redes neuronales, y el razonamiento aproximado de la lógica difusa (3) en general, todos los métodos descritos en este acápite han sido ampliamente estudiados y se pueden describir como una temática en profundización, ya que el análisis muestra la tendencia hacia investigación en técnicas muy específicas que combinan varios de estos métodos y (4) es importante la diversidad de áreas con las que se asocian las técnicas de sistemas inteligentes, esto da lugar a entenderlas como herramientas que pueden ser estudiadas y aplicadas de forma interdisciplinaria para el manejo de información y la gestión del conocimiento en distintos campos.

Las tecnologías de inteligencia artificial y sus híbridos, denominados en su conjunto como sistemas inteligentes, crean medios para capturar, recuperar y transmitir datos e información de forma más rápida y eficaz. También son capaces de manipular datos crudos y producir información de orden superior, de tal forma que contribuyen al desarrollo y apalancamiento del conocimiento. La combinación de diferentes herramientas en los sistemas inteligentes no solo ofrece el acceso a la información disponible sino que provee la habilidad de funcionar en ausencia parcial de datos. Además, debido a su capacidad de aprender, favorece la posibilidad de mejorar su actuación con el tiempo.

Estrictamente hablando, los sistemas inteligentes no han resuelto el problema de construir una mente artificial. Sin embargo, han posibilitado solucionar un conjunto de problemas que era considerado previamente muy difícil, y han permitido además, resolver un gran número de otros problemas de forma más eficaz. Desde un punto de vista pragmático, esto los hace interesantes y útiles.

Tal como lo menciona Becerikli (2004), la teoría de sistemas inteligentes cubre un amplio rango de tecnologías: esto incluye enfoques simbólicos, donde el conocimiento es expresado explícitamente en palabras y símbolos, y también enfoques numéricos como las redes neuronales, los algoritmos genéticos y la lógica difusa. Actualmente en la práctica, muchos sistemas inteligentes son híbridos de diferentes enfoques incluido el de la minería de datos, como se ilustra en la Figura 2-11.



Fuente: adaptado de Hopgood (2001)

De acuerdo con Nemati *et al.* (2002), las tecnologías de inteligencia artificial pueden encontrar a menudo hechos importantes, modelos, relaciones u otros tipos de nuevo conocimiento que no se habrían encontrado usando las técnicas de análisis normales como el análisis de regresión. Puede así, usarse el nuevo conocimiento generado para ayudar a los tomadores de decisión en la determinación de acciones por realizar en la organización.

A pesar de que cada una de las técnicas demuestra ser eficaz en la resolución de problemas, se ha evidenciado que problemas industriales complejos del mundo real necesitan la combinación de varias de esas técnicas (Jain y Martin, 1998; Castillo y Melin, 2004). En este sentido, los sistemas inteligentes, en su carácter integrador de diferentes enfoques, se presentan como una alternativa a los problemas en los que el componente de (auto) aprendizaje y manejo de conocimiento tienen una fuerte representación.

Así, tal como lo menciona Wiscow (2005), se esperaría que los sistemas inteligentes contaran con componentes fundamentales, como son: recolección de datos, caracterización, filtro, conectividad o comunicación, análisis y apoyo a la decisión. La recolección de datos incluye el conocimiento humano y otras fuentes. Antes de disponer la información en la base del conocimiento, debe categorizarse de acuerdo con las áreas de interés. Teniendo en cuenta los grandes volúmenes de información manejados, tal categorización debe garantizar que se eliminen los datos innecesarios y se guarde solo la información pertinente. El análisis permite dar significado a los datos, creando conocimiento y proporcionando información valiosa a los tomadores de decisión.

2.3.1 Métodos simbólicos de inteligencia artificial

La inteligencia artificial simbólica o convencional involucra principalmente métodos caracterizados por el formalismo y el análisis estadístico. Esta tendencia también es conocida como inteligencia artificial lógica, e incluye sistemas expertos, razonamiento basado en casos, redes bayesianas y aprendizaje de máquina.

▪ **Sistemas expertos.** Son un tipo de sistema basado en el conocimiento y diseñados para incluir destreza en un particular dominio especializado. Dichos sistemas actúan como un experto humano que puede ser consultado en un grupo de problemas que caen dentro de su dominio de especialización. La solución que se obtiene es esencialmente la misma que podría haber dado un ser humano enfrentado a un problema idéntico, aunque no necesariamente el proceso seguido por ambos sea igual. Típicamente, el usuario de un sistema experto entrará en un diálogo en el que describe el problema (como los síntomas de una falla) y el sistema experto ofrecerá consejos, sugerencias o recomendaciones. El diálogo puede ser manejado de tal forma que el usuario responde a una serie de preguntas o ingresa información en una hoja de cálculo. Alternativamente, el sistema experto puede permitirle al usuario tomar la iniciativa en la consulta, dejándolo proporcionar la información sin necesariamente pedírsela (Hopgood, 2001).

- **Razonamiento basado en casos.** En el intento de emular la inteligencia humana, una de las características más importantes es la habilidad para retomar experiencias previas donde se resolvió un problema similar al estudiado. Al tipo de sistemas que procuran reproducir esta característica se les denomina métodos de razonamiento basados en casos (Schank, 1982), donde es fundamental la capacidad para identificar un caso previo y su solución y así, determinar las modificaciones a las que esta última debe ser sujeta para adaptarse a las nuevas circunstancias. Entonces, el razonamiento basado en casos involucra dos problemas fundamentales: determinar casos que sean similares al problema de estudio actual y adaptar dichos casos a las nuevas circunstancias.
- **El aprendizaje de máquina.** Se refiere a lo que las máquinas pueden hacer para mejorar su rendimiento, es decir, al mejoramiento automático a través de la experiencia y de tareas como reconocimiento, diagnóstico, planeación y predicción (Konar, 2000; Mitchell, T. M., 1997; Nilsson, 1996). Debe anotarse que, aunque la identificación de un modelo es importante para el aprendizaje de máquina, sin la extracción de reglas un proceso caería con más precisión en el campo de la minería de datos.
- **Redes bayesianas.** Muchas técnicas de aprendizaje se basan fuertemente en los datos. En contraste, el conocimiento dentro de un sistema experto proviene de forma exclusiva de un experto. Las redes bayesianas, por su parte, obtienen lo mejor de cada uno de estos dos métodos, es decir que permiten aprender nuevo conocimiento combinando el dominio de conocimiento del experto y los datos estadísticos. De esta forma, el proceso de aprendizaje utilizando redes bayesianas es como sigue (Heckerman, 1995): se codifica el conocimiento existente de un experto en una red bayesiana, luego con una base de datos se actualiza este conocimiento creando una o más redes bayesianas. El resultado incluye el refinamiento de conocimiento experto original y algunas veces, la identificación de nuevas distinciones y relaciones.

2.3.2 Métodos subsimbólicos de inteligencia artificial

La Inteligencia artificial subsimbólica o no simbólica involucra el aprendizaje iterativo, basado en datos empíricos y es también conocida como inteligencia computacional o computación suave. Los métodos de la inteligencia artificial no simbólica incluyen principalmente: neurocomputación, sistemas difusos y computación evolutiva.

El punto de partida en la computación suave o inteligencia computacional radica en la tesis que propone que la precisión y certidumbre no son siempre posibles. De esta forma, la computación, el razonamiento y la toma de decisiones deberían explotar, siempre que sea factible, la tolerancia a la imprecisión y la incertidumbre, teniendo en cuenta la habilidad de los seres humanos para comprender, aprender, reconocer y clasificar patrones de datos (Venugopal, 1999). Se consideran como principales componentes de la computación suave la neurocomputación, la computación evolutiva y los modelos difusos; los dos primeros enfoques se relacionan con el aprendizaje, el reconocimiento y el procesamiento de información incompleta, mientras que el último se asocia a la incertidumbre.

2.3.3 Minería de datos

Las técnicas para la recolección y almacenamiento han permitido a las organizaciones contar con volúmenes enormes de datos y, por tanto, se ha evidenciado la necesidad de tener poderosas tecnologías para realizar la extracción y análisis de información, que sean más eficientes que las técnicas y herramientas tradicionales de análisis de datos bajo el enfoque estadístico.

En este sentido, se entiende la minería de datos como el proceso de descubrir información útil en enormes repositorios de datos. Las técnicas empleadas para esto rastrean grandes bases de datos para encontrar patrones nuevos y útiles que de otra forma permanecerían ocultos, además proveen capacidades para predecir los resultados de observaciones futuras (Wang, 2003; Tan et al., 2006).

La minería de datos hace parte del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos (*knowledge discovery in databases KDD*), que se encarga de convertir datos crudos en información útil. De esta forma, responde a problemas en el manejo de datos como escalabilidad, grandes dimensiones, complejidad, heterogeneidad y distribución, adoptando por una parte la estadística (muestreo, estimación y verificación de hipótesis) y por otra, la inteligencia artificial (algoritmos de búsqueda, técnicas de modelamiento, aprendizaje de máquina, reconocimiento de patrones, computación evolutiva). También adopta ideas de áreas como la optimización, el procesamiento de señales y la recuperación de información. Es así como la minería de datos se vincula fuertemente con diferentes técnicas simbólicas y subsimbólicas de la inteligencia artificial y con los híbridos derivados de ella.

2.3.4 Aplicaciones

Cada una de las técnicas anteriormente mencionadas ha sido aplicada en diferentes sectores de la industria. Esta descripción de las aplicaciones permitirá fortalecer la perspectiva de la aplicabilidad de técnicas de sistemas inteligentes en el tratamiento de la información para la toma de decisiones.

Y es precisamente durante la última década, cuando se ha producido un aumento en el uso de técnicas de sistemas inteligentes como apoyo a las actividades en distintas áreas del conocimiento. En este apartado se describirán los principales usos y algunas de las aplicaciones que han sido desarrolladas a partir de la combinación de las técnicas mencionadas previamente.

Desde la década de los años ochenta ya se venían desarrollando aplicaciones de las técnicas de Inteligencia Artificial. Wong y Monaco (1995) desarrollaron una revisión del estado del arte, en la que muestran que la publicación de artículos relacionados con la tecnología de sistemas expertos tuvo una tendencia creciente en el periodo 1977-1993, enfocada principalmente en aplicaciones en el campo de los negocios, finanzas y operaciones. Aunque de forma incipiente (solo un 4.7% de los artículos analizados), ya se estaban haciendo desarrollos en la integración de tecnologías especialmente con redes neu-

ronales, y se proponía como parte de trabajos futuros alcanzar un mayor grado de integración con otras tecnologías de la Inteligencia Artificial.

Particularmente, Finlay y King (1989) citan el uso de un sistema experto en la selección de estudiantes para un curso de postgrado MBA, que se desarrolló a través de varios prototipos funcionales preliminares, y finalmente uno que incluyó un modelo matemático. Variadas aplicaciones de redes neuronales en negocios son referenciadas por Li (1994), incluyendo el caso de instituciones financieras que mejoraron sus procesos de toma de decisiones a través del desarrollo de modelos de redes neuronales sobre quiebra y riesgo en tarjetas de crédito.

Wong *et al.* (1997), realizaron una revisión del estado del arte en la que muestran que la publicación de artículos relacionados con redes neuronales tuvo una tendencia creciente en el periodo 1988-1995, enfocada principalmente a la investigación de aplicaciones en el campo de los negocios. Es de resaltar el hecho de que un 16.4% de los artículos analizados se refería a la integración de tecnologías, y como parte de trabajos futuros se veía indispensable alcanzar un mayor grado de integración con otras tecnologías de la inteligencia artificial para lograr nuevas oportunidades de aplicación. En el mismo sentido, un estudio realizado en el periodo 1992-1998 por Vellido *et al.* (1999), muestra una fuerte tendencia creciente en el desarrollo de aplicaciones de redes neuronales en campos como predicción de quiebra, evaluación de crédito y segmentación de mercados. Adicionalmente, el estudio encuentra diversos casos de integración entre redes neuronales, algoritmos genéticos y sistemas expertos.

También se han desarrollado diversas aplicaciones para el campo del mercadeo (Carmone, 1996). Li (2000) describe un sistema inteligente híbrido para el desarrollo de estrategias de mercadeo, desarrollado para proveer un proceso lógico para el análisis estratégico, soportar valores grupales de factores estratégicos de mercadeo, ayudar al acoplamiento entre el análisis estratégico y el juicio y la decisión de la administración, ayudar a la gerencia a tratar con incertidumbre, y producir consejos inteligentes sobre la estrategia de mercadeo. En este sistema, las fortalezas de un sistema experto, de la lógica difusa y de las redes neuronales son combinadas para apoyar el proceso de desarrollo de la estrategia de mercadeo.

Walsham (2001) muestra que en años recientes las organizaciones han focalizado su esfuerzo en iniciativas para la gestión del conocimiento centradas en tecnologías de información y comunicación. En este sentido, Saini *et al.* (2000) describen una gran evolución en el campo de la inteligencia artificial con las aplicaciones específicas para mejorar la toma de decisión en la gestión organizacional, que se han establecido como un método eficaz para resolver problemas de búsqueda y optimización imprecisos y no estructurados que se dan en las operaciones de las organizaciones.

Específicamente, Saini *et al.* (2000) describen un sistema de soporte y toma de decisiones en grupo, cuyo objetivo principal es desarrollar un sistema de gestión de grupos, altamente interactivo y cómodo para el usuario, para discusiones en grupo, recuperación de

contenido y análisis de decisiones. El sistema no solo facilita la toma de decisiones en grupo para la gestión pertinente de las organizaciones de operaciones, sino que mejora la calidad global de las decisiones a través de un procesamiento eficaz en los numerosos escenarios de decisión de la vida real. El sistema descrito combina las técnicas de lógica difusa (reglas de producción y mapas cognitivos difusos), toma de decisión multicriterio, teoría de metajuegos, sistemas dinámicos y algoritmos genéticos.

Un ejemplo de aplicación de un sistema de razonamiento basado en casos es descrito por Allen (1994), quien se refiere a SMART, una aplicación para el servicio al cliente de la compañía Compaq, que contiene cientos de casos relacionados con el diagnóstico de problemas que se pueden presentar en el uso de productos de la compañía. A partir de las llamadas recibidas en el call-center de Compaq se presentan los problemas al SMART, que recupera de su base de casos el mayor número de problemas similares al presentado, para que el analista de servicio al cliente los use en la resolución del mismo. Las cifras de Compaq revelan que la resolución de casos en la primera llamada pasó del 50% al 87% con el uso del sistema, y en términos de beneficios en la productividad, el sistema se pagó en el primer año.

Artículos publicados en la última década sobre aplicaciones industriales de computación suave en el mundo y sobre tecnologías de control en Japón, indican que el número de productos exitosos basados en computación suave tiene una tendencia ascendente (Takatsu e Itoh, 1999; Dote y Ovaska, 2001) y pueden utilizarse como metodologías complementarias a las técnicas tradicionales para el desarrollo de sistemas de alto rendimiento, que sean robustos y rentables.

Un caso específico es presentado por Kamiya *et al.* (2005), quienes desarrollan una fusión de técnicas de computación suave y dura para un sistema de control de plantas de gran escala, donde en las etapas de pronóstico, calendarización y control utiliza técnicas como redes neuronales, lógica difusa, conjuntos difusos, algoritmos genéticos y combinaciones de las mismas.

El aprendizaje de máquina tiene un espectro amplio de aplicaciones (Langley y Simon, 1995; Piramuthu, 1999), incluyendo motores de búsqueda, diagnóstico médico, bioinformática y quimioinformática, clasificación automática de objetos celestes, detección de fraudes con tarjeta de crédito, análisis del mercado accionario, clasificación de cadenas de ADN, reconocimiento de voz y escritura a mano, reconocimiento de objetos por visión de computadora, juegos y locomoción de robots.

Los sistemas difusos han desplazado a las tecnologías convencionales en muchas aplicaciones científicas y sistemas de ingeniería, especialmente en los sistemas de control y el reconocimiento de patrones. Hay un rápido crecimiento en el uso de la lógica difusa en una amplia variedad de productos de consumo y sistemas industriales (Zadeh, 1965). La tecnología difusa, como forma de razonamiento aproximado, es de gran aplicación en la tecnología de información, donde proporciona soporte a la toma de decisiones con capacidades de razonamiento poderosas y limitadas a un mínimo de reglas.

A través de esta sección se ha mostrado que las tecnologías de inteligencia artificial por sí solas no proporcionan una única solución al problema de gestión de la información y el conocimiento en la organización. Aun cuando han alcanzado un gran nivel de desarrollo, no sustituyen la inteligencia humana, sin embargo, como bien lo menciona Fowler (2000), estas tecnologías sirven como facilitadoras de la interacción humana que sigue siendo la fuente primaria de generación de conocimiento, proporcionando un mecanismo para apoyar y hacer posible los procesos de gestión del conocimiento en una organización.

Reforzando lo anterior, Wiig (1999) plantea por una parte, que las organizaciones deben explicitar y sistematizar la gestión del conocimiento y a partir de esto desarrollar el capital intelectual y, por otra, que este proceso puede apoyarse en tecnologías de información e inteligencia artificial con el fin de construir, aplicar y desarrollar el conocimiento, como soporte para la innovación y uso efectivo e intensivo en el trabajo.

En el mismo sentido, Maestre (2000) afirma que tanto para hacer pura gestión de la información como para hacer gestión del conocimiento, se necesitan las tecnologías de la información y las comunicaciones. Para gestionar conocimiento se dispone de herramientas informáticas específicas como almacenes de datos (*dataware house*), almacenes parciales de datos (*data mart*), minería de datos (*data mining*), etcétera, que poco tienen que ver con las clásicas herramientas informáticas de la gestión convencional (citado en Soto y Barrios, 2006).

Finalmente, es pertinente concluir que la utilización de sistemas inteligentes se constituye en apoyo a las herramientas de gestión tecnológica, otorgándole atributos como la flexibilidad, la continuidad y la adaptabilidad y que permiten generar conocimiento accionable a través de un proceso dinámico, continuo y flexible de recolección, análisis y transformación de información en inteligencia, características justificadas en las aplicaciones de sistemas inteligentes.

2.4 CONCLUSIONES

La utilización de mapas de representación de conocimiento brinda ventajas importantes como el mejoramiento de la asimilación del conocimiento de los actores que integran un sistema, la optimización de recursos en la obtención de nuevo conocimiento, la posibilidad de incrementar las propias capacidades tecnológicas de la organización así como las de su recurso humano, la ampliación del campo de solución para un problema determinado, el fortalecimiento de los flujos de información de la organización, el mejoramiento de las capacidades de expresión y comunicación de ideas, la incorporación del conocimiento de los integrantes en la estructura organizacional, el manejo eficiente de la información y la posibilidad de formular fácilmente diversas alternativas de desarrollo. Además, permiten obtener soluciones más amplias y creativas desde diferentes enfoques para la solución de un problema determinado en el marco de la gestión de la tecnología.

De la misma manera, las descripciones relacionadas con la medición de la información llevan a concluir que todos los términos mencionados como métricas se relacionan entre sí, por representar una ciencia general: la ciencia métrica, lo que contribuye a que en múltiples ocasiones los modelos, indicadores, índices y demás mediciones se utilicen indistintamente en una u otra ciencia, pero se distinguen por su objeto de estudio y los objetivos que persiguen sus resultados, asegurando la rápida identificación y diseminación de la información más relevante para los generadores de conocimiento y decisores.

Existe una marcada tendencia mundial en desarrollar investigaciones sobre técnicas de sistemas inteligentes para el manejo de la información que efectivamente son llevadas a la práctica en diferentes sectores industriales. Lo anterior indica la motivación de los científicos tanto de adelantar sus investigaciones, como de materializar el conocimiento derivado de esos estudios en beneficios reales para la sociedad y la industria, poniendo la investigación al servicio de la comunidad. Sin embargo en el nivel nacional, la tendencia es direccionada únicamente sobre investigación y producción académica. Los sistemas inteligentes se convierten en una perspectiva de investigación que no ha trascendido al ámbito industrial.

Como toda caja de herramientas que se vaya a utilizar, los métodos de sistemas inteligentes dependen del problema planteado, del contexto, de los problemas de tiempo y de la información disponible. De esta forma, es preciso definir un conjunto de criterios que deben ser evaluados para determinar la pertinencia de aplicar sistemas inteligentes en un contexto específico.

No se debe desconocer la importancia de la investigación, pero esta debe realizarse sobre estrategias sólidas y coherentes con objetivos a mediano y largo plazo que impacten en el mundo real, en el sector productivo y beneficien socialmente al país. Entonces, en el desarrollo de herramientas y metodologías para el procesamiento de información, específicamente en contextos como el de países de la región latinoamericana, es necesario pasar de un enfoque puramente teórico a la investigación aplicada.

2.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham, R.H., Foresta, D. Webometry: chronotopography of the World Wide Web, 1996. Disponible en: <<http://thales.vismath.org/webometry/articles/prague.html>>.
2. Abraham, R.H., Webometry: measuring the complexity of the World Wide Web, 1997. Disponible en: <<http://www.ralph-abraham.org/articlesMS%2385.Web1/>>.
3. Aguillo, I., "Información científica en la web: retos y tareas para los documentalistas del siglo XXI". Bibliodoc 2000. Anuario de Biblioteconomía, Documentación e Información. Col.legi Oficial de Bibliotecaris-Documentalistes de Catalunya, 2000, p. 33-49.

4. Almind, T., Ingwersen, P., Informetric analyses on the world wide web: methodological approaches to 'webometrics', *Journal of Documentation*, Vol. 53, No. 4, 1997
5. Allen, B. P., Case-Based Reasoning: Business Applications., *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 3, 1994, pp. 40-42.
6. Altuve, J. G., Capital intelectual y generación del valor., *Red Actualidad Contable Faces*. Venezuela, 2005.
7. Alzate, M. V., Arbeláez, M. C., Gómez, M. A. y Romero, F., *Bibliometría y discurso pedagógico.*, GIPE., Bogotá D.C., 2004.
8. Arbea, J., Del Campo, F., Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias naturales: análisis de los mapas conceptuales realizados antes y después de la implementación de un módulo instruccional sobre la energía., *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology.*, *Proceedings of the First Int. Conference on Concept Mapping*. A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González, Eds. Pamplona, Spain, 2004.
9. Ashton, W., Klavans, R., *Keeping abreast of science and technology: Technical intelligence in business.*, Batelle Press., Columbus, OH, 1997.
10. Becerikli, Y., On three intelligent systems: Dynamic neural, fuzzy, and wavelet networks for training trajectory., *Neural Comput. & Applic.*, Vol. 13, 2004, pp. 339-351.
11. Björneborn, L., Ingwersen, P., Perspectives of webometrics., *Scientometrics*. Vol. 50, No 1. 2001, pp. 65-82.
12. Björneborn, L., Ingwersen, P., Toward a basic framework for webometrics., *Journal of the American Society for Information Science and Technology.*, Vol. 55, No 14, 2004, pp. 1216-1227.
13. Bontis, N., Assessing knowledge assets: A review of the models used to measure intellectual capital., *International Journal of Management Reviews.*, Vol. 3, No. 1, 2001.
14. Bossy, M., The Last of the Litter: "Netometrics"., *Solaris Information Communication.*, Vol 2, 1995, pp. 245-250.
15. Buzan, T., *El libro de los mapas mentales.*, España: Editorial Urano, 2002.
16. Callon, M., Courtial, J. P., Penan, H., *Cienciometría el estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica.*, TREA. S.A. Que sais -je, 1995.
17. Campos, A., Organizadores gráficos, técnicas visuales para aprender y enseñar., *Revista Internacional Magisterio*. No. 18. Enero 2006.
18. Cañas, A. J., Los Mapas Conceptuales, una ventana a la mente del estudiante., *Revista Internacional Magisterio*. No. 18. Enero 2006.

19. Carballo, Y. La gestión de contenidos en portales Web. ACIMED, Vol.15, No.3, mar. 2007.
20. Carmone, F. J., JR. Computer Modeling and Expert systems in Marketing - Book's Review. Journal of Marketing Research., Vol. 33, No. 1, 1996, pp. 17-118.
21. Castellanos, O., Gestión tecnológica: De un enfoque tradicional a la inteligencia., Universidad Nacional de Colombia, 2007.
22. Castellanos, O., Rosero, J., Torres, L. M., Jiménez C. Aplicación de un modelo de inteligencia para la definición de estrategia tecnológica en diferentes niveles de complejidad institucional. Memorias del XI Seminario Latinoamericano de Gestión tecnológica - ALTEC. Bahía. Brasil, 2005.
23. Castellanos, O., Torres, L. M., Fonseca, S. L., Montañez, V.M. y Sánchez, A., Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao-chocolate., Colombia, Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – BioGestión – Colciencias, 2007.
24. Castillo, O., Melin, P., Hybrid Intelligent Systems using Fuzzy logic, neural networks and genetic algorithms., Nonlinear Studies., Vol. 11, 2004, pp. 1-3.
25. Cetisme., Inteligencia Tecnológica y Económica: Guía práctica para principiantes y profesionales., Madrid, 2003. Disponible en: < <http://www3.comadrid.es/edupubli/pdf/1339.pdf>,>
26. Chau, M.Y., Computer supported concept maps: Excellent tools for enhancing library workshop presentations., Libres 8, 1998.
27. Cornella, A., Los recursos de información, McGraw-Hill/ESADE, Madrid [Citado por Palop y Vicente en 1999b]. 1994.
28. Cronin, B., Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis., Journal of Information Science, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2001.
29. Dahal, T. M., Cybermetrics: the use and implications for Scientometrics and Bibliometrics; A Study For Developing Science & Technology Information System In Nepal., IIIrd National Conference on Science and Technology, 1999.
30. De La Peña, A., Los Mapas, otra forma de aprender., Revista Internacional Magisterio., No. 18. Enero 2006.
31. Dote, Y. Ovaska, S. J., Industrial applications of soft computing: a review., Proceedings of the IEEE, 2001, pp. 1243-1265.
32. Edvinsson, L., Malone, M., Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value by Finding its Hidden Brainpower., Nueva York: Haper Collins., 1997.
33. Escorsa, P., Maspons, R., De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia competitiva., Madrid: Prentice Hall., 2001.
34. Escorsa, P., Rodriguez, M., Maspons, R., Mapas Tecnológicos y oportunidades de Mercado. Memorias del VIII Seminario Latino Americano de Gestión Tecnológica. 1999.

35. Escorsa, P., Rodriguez, M., Maspons, R. Technology Mapping, Business Strategy, and Market Opportunities., *Competitive Intelligence Review*, Vol. 11, No. 1, 2000, pp. 46–57.
36. Escudero, Macluf J., Quintana Rodríguez J. T., Delfín Beltrán A., Los mapas mentales: una herramienta de aprendizaje y creatividad., *Académicos del Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana*, 2003.
37. EUROFORUM., *Proyecto Intelectual: Medición del Capital Intelectual.*, Madrid., 1998.
38. Faba Pérez, C., Guerrero Bote, V. P. y De Moya Anegón, F., *Fundamentos y Técnicas Cibernéticas.*, Junta de Extremadura., Mérida, 2004.
39. Ferreiro A. L., *Bibliometría: Análisis Bivariante.*, Madrid: Editorial EYPASA, 1993.
40. Finlay, P. N., King, M., Experiences in Developing an Expert System for MBA Admissions., *The Journal of The Operational Research Society.*, Vol. 40, No. 7, 1989, pp. 625-635.
41. Fleischer, T., Decker, M., Fiedeler, U., Assessing emerging technologies: Methodological challenges and the case of nanotechnologies., *Technological Forecasting & Social Change.*, Vol. 72, 2005, pp. 1112–1121.
42. Fowler, A., The role of AI-based technology in support of the knowledge management value activity cycle., *Journal of Strategic Information Systems.*, Vol. 9, 2000, pp. 107-128.
43. Gaines, B.R., Shaw, M.L.G., Concept maps as hypermedia components., *International Journal of Human Computer Studies.*, Vol. 43, 1995, pp. 323-361.
44. Galvin, R., Roadmapping: A practitioner's update. *Technological Forecasting & Social Change.*, Vol. 71, 2004, pp. 101–103.
45. Gauthier, É., *Bibliometric analysis of scientific and technological research: A user's guide to the methodology.*, Observatoire des Sciences et des Technologies. 1998a.
46. Gauthier., *L'analyse bibliométrique de la recherche scientifique et technologique guide méthodologique d'utilisation et d'interprétation.*, *Projet de remaniement des sciences et de la technologie.*, Statistique., Canada, 1998b.
47. Gaynor, G., *Gestión tecnológica: descripción, campo de acción e implicaciones.* En: *Manual de Gestión Tecnológica Tomo I.*, Colombia: Editorial McGraw-Hill., 1999.
48. Gorbea, S., *Modelación matemática de la actividad bibliotecaria: una revisión.*, Portal: Investigación bibliotecológica. 1998.
49. Hand, D., *Data Mining: Statistics and More.*, *The American Statistician*, Vol. 52, No. 2, Mayo 1998, pp. 112-118.

50. Hand, D., Statistics and Data Mining: Intersecting Disciplines., ACM SIGKDD Explorations, Vol.1 No. 1, Junio de 1999, pp. 16-19.
51. Heckerman, D., A Tutorial on Learning Bayesian Networks: Reporte Técnico MSR-TR-95-06., Microsoft Research., 1995.
52. Hicks, R. C., Knowledge base management systems-tools for creating verified intelligent systems., Knowledge Based Systems, Vol. 16, 2003, pp. 165-171.
53. Hopgood, A., A Intelligent Systems for Engineers and Scientist., CRC Press., 2001.
54. Howard, R.A., Knowledge maps., Management science., Vol. 35, No.8, 1989, pp. 903-902.
55. Jain, L. C., Martin, N. M., Fusion of Neural Networks., Fuzzy Systems and Genetic Algorithms: Industrial Applications., 1998.
56. Jakobiak, F. Exemples commentés de Veille Technologique. Les Editions d'Organisation. Paris. [Citado por Escorsa y Maspons en 2001]. 1992.
57. Jiménez C., Evaristo Base para un concepto de las "Métrías", Cognition., 1999.
58. Kaliczynska, M., Webometrics: Can we measure the Internet?., Memorias del SPIE "The International Society for Optical Engineering", 2004. pp. 580-585.
59. Kamiya, A., Ovaska, S. J., Roy, R., Kobayashi, S., Fusion of soft computing and hard computing for largescale plants: A general model., Applied Soft Computing., Vol. 5, 2005, pp. 265-279.
60. Konar, A., Artificial intelligence and soft computing: behavioral and cognitive modeling of the human brain., CRC Press LLC, 2000.
61. Kopcsa, A., Schiebel, E., Science and Technology Mapping: A New Iteration, 1998.
62. Lamarca, M. J., El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid., 2005. Disponible en: <<http://www.hipertexto.info>>
63. Langley, P., Simon, H. A., Applications of Machine Learning and Rule Induction., Communication of the ACM., Vol. 38, No. 11, 1995, pp. 54-64.
64. Lesca, H. Veille stratégique, l'intelligence de l'entreprise, Aster, Gieres. [Citado por Escorsa y Maspons en 2001]. 1994.
65. Li, E. Y., Artificial Neural Networks and Their Business Applications., Information & Management., Vol. 27, No. 5, 1994, pp. 303-313.
66. Li, S., The development of a hybrid intelligent system for developing marketing strategy., Decision Support Systems., Vol. 27, 2000, pp. 395-409.
67. Maarek, Y. S., Ben-Shaul, I. Z., Automatically Organizing Bookmarks per Contents, s.f. Disponible en: <http://iw3c2.cs.ust.hk/WWW5/www5conf.inria.fr/fich_html/slides/papers/PS13/P37/all.htm>.

68. Macías, C. A., Papel de la Infrometría y de la ciencimetría y su perspectiva a nivel nacional e internacional, 7. 2002.
69. Maestre Yenes P (ed)., Diccionario de gestión del conocimiento e Informática., Madrid: Fundación Dintel, 2000.
70. Marshall, B., Chen, H., Madhusudan, T., Matching knowledge elements in concept maps using a similarity flooding algorithm., Decision Support Systems In Press, Corrected Proof. MC CARTHY, J.D. Domine la era de la información. Carcelona: Rabinbook (1991), (2005).
71. Martinet, B., Marti, Y. M., L 'intelligence économique. Les yeux et les oreilles de l'entreprise, Les éditions d'organisation, París. [Citado por Escorsa y Maspons en 2001]. 1995.
72. Meadows, L., Future Mapping: Linking New Technologies to Market Windows., 1999. Disponible en: <<http://www.pdma.org/visions/jan99/Meadows.html>.>
73. Messerotti, M., Embedding knowledge in scientific databases via concept maps as metadata. En: European Space Agency, (Special Publication) ESA SP, 2002, pp. 607-610.
74. Miranda, A., Bibliometría., 1990.
75. Mitchell, T. M., Machine Learning. New York: McGraw-Hill Science., 1997.
76. Navas López, J. E., Caracterización y tipología del capital intelectual en la empresa. Memorias del VII Congreso de Economía Regional de Castilla y León, Soria, Noviembre. 2000, pp. 23-25
77. Navas López, J. E., Ortiz De Urbina, M. El Capital Intelectual en la Empresa. Análisis de criterios y clasificación multidimensional., 2002.
78. Nemati, H. R., Steiger, D. M., Iyer, L. S., Herschel, R. T., Knowledge warehouse: an architectural integration of knowledge management, decision support, artificial intelligence and data warehousing., Decision Support Systems., Vol. 33, 2002, pp. 143-161.
79. Nilsson, N., Introduction to Machine Learning., Unpublished manuscript., 1996.
80. Niwa, K., Knowledge based risk management in engineering: a case study in human-computer cooperative systems., New York: Wiley, 1989.
81. OMPI., El papel de la información de patentes en la planificación estratégica de centro de investigación y desarrollo: Experiencia Española., Memorias del Seminario Nacional de la OMPI sobre Propiedad Industrial, Invenciones e Información Tecnológica., 2002.
82. Ordóñez De Pablos, P., Las cuentas de capital intelectual como complemento del informe anual. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Oviedo., 2004.

83. Pandey, S., Kumar, S., Mishra, U., Rai A., Singh, A., Rai, M., Genetic diversity in Indian ash gourd (*Benincasa hispida*) accessions as revealed by quantitative traits and RAPD markers., *Scientia Horticulturae*, 2008, pp 80-86.
84. Palop, F., Vicente, J. M., Documentos COTEC sobre oportunidades Tecnológicas: Vigilancia Tecnológica., Fundación COTEC para la innovación tecnológica. Serie 14. 1999a.
85. Palop, F., Vicente, J. M., Documentos COTEC sobre oportunidades Tecnológicas: 15 Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Su potencial para la empresa española., Fundación COTEC para la innovación tecnológica., Serie 15. 1999b.
86. Parra, M. C., El capital intelectual como activo organizacional. Facultad de Humanidades, Universidad del Zulia., Maracaibo, Venezuela, 2001
87. Pelc, K. I., Mapa de conocimiento: Una herramienta para la gestión tecnológica., En: Gaynor, G. Manual de Gestión en Tecnología, una estrategia para la competitividad de las empresas. Tomo I, Capítulo 13., D´Vinni Editorial Ltda. 1999.
88. Pérez De Rozas, A. N., Roca, M., Carabaño, R., De Blas, C., Francesch, M., Brufau, J., Martín-Orúe, S., Gasa, J., Campoy, S., Barbé, J., Badiola, I., El estudio de la diversidad intestinal por RFLP, XIX curso de especialización FEDNA, Madrid, 23- 24 de Octubre, 2003.
89. Pérez M. y Nuria E., La bibliografía, bibliometría y las ciencias afines., *ACIMED*. Vol .10, No. 3, 2002.
90. Phaal, R.; Farrukh, C. J. P, Probert, D. R., Technology management tools: concept, development and application., *Technovation*, 2005, pp. 1–9.
91. Phaal, R., Farrukh, C. J. P., Probert, D. R., Customizing Roadmapping., *Research Technology Management*, 2004a.
92. Phaal, R.; Farrukh, C. J. P. Probert, D. R., Technology roadmapping: A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting & Social Change.*, Vol. 71, 2004b, pp. 5–26.
93. Piramuthu, S., Feature Selection for Financial Credit-Risk Evaluation Decisions. *Infornis Journal on Computing.*, Vol. 11, No. 3, 1999, pp. 258-266.
94. Probert, D., Radnor, M., Frontier Experiences from industry-academia consortia., *Research Technology Management*, 2003
95. Puzzle No. 16. Marzo. Abril. España [Vinculado a bibliografía en octubre 2005].
96. Reimer, U., Margelisch, A. y Staudt, M., EULE: A Knowledge-Based System to Support Business Processes., *Knowledge-Based Systems.*, Vol. 13, 2000, pp. 261-269.
97. Rodríguez, M., Inteligencia Competitiva y Tecnológica en las universidades: Oportunidades para la Innovación en el Sector Productivo. Memorias de ALTEC 2003, México. 2003.

98. Rodríguez, M., "La inteligencia tecnológica: elaboración de mapas tecnológicos para la identificación de líneas recientes de investigación en materiales avanzados y sinterización." Doctoral Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 1999.
99. Rojas, F., Castellanos, O., Un nuevo enfoque desde la inteligencia en herramientas de gestión tecnológica., Memorias de Gestec 2007, La Habana, Cuba, 2007
100. Romance, N.R., Vitale, M.R. Concept Mapping as a Tool for Learning. College Teaching, 1999, pp. 47, 74.
101. Saini, R., Saxena, P. K., Kalra, P. K., Internet enabled synergistic intelligent systems and their applications to efficient management of Operational Organizations., Information Sciences., Vol. 127, 2000, pp. 45-62.
102. Sanchez, M., Palop, F., Herramientas de software para la práctica en la empresa de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva., Evaluación Comparativa. 1ª Edición. TRIZ. España. 2002.
103. Sancho, R., Indicadores bibliométricos utilizados en la Ciencia y la Tecnología., Revista Española de Documentación Científica., Vol. 13. 1990.
104. Schank, R., Dynamic Memory: a theory of learning in computer and people., Cambridge University Press, 1982.
105. Sengupta, I. N., Bibliometrics, informetrics, scientometrics and librmetrics: an overview., Libri 42 2. 1992. pp. 75-98.
106. Shiri, A.A., Cybermetrics: a new horizon in information research., 1998. Disponible en < <http://www.deck.com/people/pages/shiri/cybermet1.html> >
107. SIMFIT., Simulation, fitting, statistics and plotting. Reference Manual. UK, 2005.
108. Soto, M., Barrios, N., Gestión del Conocimiento. Parte I: Revisión Crítica del estado del arte., Acimed., Vol. 14. No. 2, 2006.
109. Spinak, E., Proyecto para la creación de un índice de citación para la América Latina y el Caribe., Madrid. 1998.
110. Spiegler, I., Technology and knowledge: bridging a "generating" gap., Information & Management., Vol 40, No. 6, 2003, pp 533-539.
111. Sutherland, S., Katz, S., Concept mapping methodology: A catalyst for organizational learning., Evaluation and Program Planning., Vol. 28, 2005, pp. 257-269.
112. Takatsu, H., y Itoh, T., Future needs for control theory in industry: report of the control technology survey in Japanese industry., IEEE Trans. Control Syst. Technol., Vol. 7, 1999, pp. 298-305.
113. Tan, P. N., Steinbah, M., & Kumar, V. Introduction to Data Mining. Boston. 2006.
114. Tena, J., El entorno de la Empresa, Barcelona. Gestión 2000 [Citado por Joaquín Tena en 2005 p. 5]. 1992.

115. Tena, J., Comai, A., El desarrollo de la Inteligencia Competitiva en España: Un Recorrido Bibliográfico. *Revista Hispana de Inteligencia Competitiva.*, 2005.
116. TOPIC MAPS., Enciclopedia virtual Wandora Wiki., Disponible en: http://www.wandora.org/wandora/wiki/index.php?title=Topic_Maps
117. Torres, L. M., Ramírez D., Fonseca S., Castellanos O. F., Mapas de representación de conocimiento como herramientas de integración del capital intelectual. *Memorias de Ibergecyt: Seminario Iberoamericano para el intercambio y la actualización en Gerencia de Ciencia y Tecnología, la Habana, Cuba, 2006.*
118. Vanti, N, Métodos cuantitativos de evaluación de la ciencia: bibliometría, ciencia-metría e infometría. *Revista investigación bibliotecológica*, Vol.14, No.29, 2000, pp. 9-23.
119. Vargas, F., Castellanos O., Vigilancia como herramienta de innovación y desarrollo tecnológico: Caso de aplicación, sector de empaques plásticos flexibles., *Revista Ingeniería e Investigación, Universidad Nacional de Colombia*, Vol. 25, No. 2, Agosto de 2005, pp. 32-41.
120. Vellido, A., Lisboa, P. J. G., Vaughan, J., Neural networks in business: a survey of applications (1992-1998)., *Expert Systems with Applications.*, Vol. 17, 1999, pp. 51-70.
121. Venugopal, V., Soft-computing-based approaches to the group technology problem: a state-of-the-art review. *International Journal of Production Research.*, Vol. 37, No. 14, 1999, pp. 3335-3357.
122. Walsham, G., Knowledge Management: The Benefits and Limitations of Computer Systems., *European Management Journal.*, Vol. 19, No. 6, 2001, pp. 599-608.
123. Wang, J., *Data Mining: Opportunities and Challenges* (John Wang ed.). Idea Group Publishing. 2003.
124. Wiig, K. M., What future knowledge management users may expect., *Journal of Knowledge Management.*, Vol. 3, No. 2, 1999, pp. 55-65.
125. Wiscow, W., A proposal for intelligence: *Intelligent Systems.*, Armed Forces Comptroller., 2005, pp. 8-10.
126. Wong, B. K., Monaco, J. A., Expert system applications in business: A review and analysis of the literature (1977-1993)., *Information y Management.*, Vol. 29, 1995, pp. 141-152.
127. Wong, B. K., Bodnovich, T. A., Selvi, Y., Neural network applications in business: A review and analysis of the literature (1988-95)., *Decision Support Systems.*, Vol. 19, 1997, pp. 301-320.
128. Sutherlanda, S., Katz, S., Concept mapping methodology: A catalyst for organizational learning. *Evaluation and Program Planning.*, Vol. 28, 2005, pp. 257–269.

129. Takatsu, H., Itoh, T., Future needs for control theory in industry: report of the control technology survey in Japanese industry. *IEEE Trans. Control Syst. Technol.*, Vol. 7, 1999, pp. 298-305.
130. Tan, P. N., Steinbah, M., Kumar, V., *Introduction to Data Mining*. Boston. 2006.
131. Tena, J., *El entorno de la Empresa*, Barcelona., Gestión 2000 [Citado por Joaquín Tena en 2005 p. 5]. 1992.
132. Tena, J., Comai, A., *El desarrollo de la Inteligencia Competitiva en España: Un Recorrido Bibliográfico*. *Revista Hispana de Inteligencia Competitiva.*, 2005.
133. TOPIC MAPS., *Enciclopedia virtual Wandora Wiki.*, Disponible en: http://www.wandora.org/wandora/wiki/index.php?title=Topic_Maps
134. Torres L. M., Ramírez D., Fonseca S., Castellanos O. F., *Mapas de representación de conocimiento como herramientas de integración del capital intelectual.*, *Memorias de Ibergecyt: Seminario Iberoamericano para el intercambio y la actualización en Gerencia de Ciencia y Tecnología*, la Habana, Cuba, 2006.
135. Vanti, N., *Métodos cuantitativos de evaluación de la ciencia: bibliometría, ciencias e infometría.*, *Revista investigación bibliotecológica*, Vol.14, No.29, 2000, pp. 9-23.
136. Vargas F., Castellanos O., *Vigilancia como herramienta de innovación y desarrollo tecnológico: Caso de aplicación, sector de empaques plásticos flexibles.*, *Revista Ingeniería e Investigación*, Universidad Nacional de Colombia, Vol. 25, No. 2, Agosto de 2005, pp. 32-41.
137. Vellido, A., Lisboa, P. J. G., Vaughan, J., *Neural networks in business: a survey of applications (1992-1998).*, *Expert Systems with Applications.*, Vol. 17, 1999, pp. 51-70.
138. Venugopal, V., *Soft-computing-based approaches to the group technology problem: a state-of-the-art review.* *International Journal of Production Research.*, Vol. 37, No. 14, 1999, pp. 3335-3357.
139. Walsham, G., *Knowledge Management: The Benefits and Limitations of Computer Systems.* *European Management Journal.*, Vol. 19, No. 6, 2001, pp. 599-608.
140. Wang, J., *Data Mining: Opportunities and Challenges* (John Wang ed.). Idea Group Publishing, 2003.
141. Wiig, K. M., *What future knowledge management users may expect.*, *Journal of Knowledge Management.*, Vol. 3, No. 2, 1999, pp. 55-65.
142. Wiscow, W., *A proposal for intelligence: Intelligent Systems.*, *Armed Forces Comptroller.*, 2005, pp. 8-10.
143. Wong, B. K., Monaco, J. A., *Expert system applications in business: A review and analysis of the literature (1977-1993).*, *Information y Management.*, Vol. 29, 1995, pp. 141-152.

144. Wong, B. K., Bodnovich, T. A., Selvi, Y., Neural network applications in business: A review and analysis of the literature (1988-95)., *Decision Support Systems*, Vol. 19, 1997, pp. 301-320.
145. Zadeh, L., *Fuzzy Sets, Information and Control* New York: Academic Press, vol. 8, 1965, pp. 338-353.

CAPÍTULO 3.

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

María E. Morales R., Andrés M. León L.,
Oscar F. Castellanos D.

Las condiciones imperantes en la nueva economía han hecho que la estructura productiva de los países esté cambiando hacia formas de producción más eficientes, en donde se interrelacionan diferentes factores para optimizar el uso de los recursos de una organización (Castells, 1999). Ahora, el reto está en apostarle a la gestión del conocimiento y la innovación como elementos estratégicos que permiten la creación de ventajas competitivas y por ende un mejor desempeño. No obstante, por el monto de las inversiones que pueden destinar a investigación y desarrollo tecnológico los países desarrollados, estos tienen ventajas sobre las regiones menos desarrolladas, pero se ha visto que la innovación no es exclusiva de los países industrializados.

En términos generales a mediados de la década de los años noventa se comienza a hablar de la *Sociedad del Conocimiento*¹³ como una alternativa nacida de la academia para solventar una discusión en torno a que la información, en algunos medios, es considerada como insumo para generar conocimiento y que es en este donde radican las verdaderas ventajas competitivas (Aznar *et al.*, 2005). En la sociedad del conocimiento, las comunidades y organizaciones avanzan gracias a la difusión, asimilación, aplicación y sistematización de conocimientos. El proceso de aprendizaje se potencia en común a través de redes, empresas, gremios, países, entre otros ejemplos. Una sociedad de aprendizaje significa una nación y unos agentes económicos más competitivos e innovadores; también eleva la calidad de vida en todos los niveles.

Por su parte, el desarrollo tecnológico ha sido reconocido como uno de los determinantes y fuente esencial del crecimiento económico (Salazar *et al.*, 1998; Alvarado, 2000). Es

¹³ Posee variaciones terminológicas que han suscitado discusiones en torno al 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 término conocimiento abarca una comprensión más global o analítica.

por esta razón que las Empresas de Base Tecnológica (EBT) han cobrado gran importancia, dado que, por sus características, aplican sistemáticamente la tecnología y generan conocimiento, dinamizan y renuevan las estructuras económicas de los países (Chamanski y Wago, 2001; Pinho et al. 2001; Simón, 2003). Las EBT han venido ganando importancia especialmente a partir de la década de los noventa, y en el contexto regional generalmente son abordadas por pequeñas y medianas empresas (PYMES) que se caracterizan por ocupar poco personal y producir bienes y servicios con alto valor agregado.

El ambiente competitivo en el cual se desenvuelven las EBT, les plantea la necesidad de conocer a fondo su verdadera función de negocio —*Know How* (saber hacer)— y por ende, determinar su patrimonio intelectual como un elemento de alto valor. Los elementos mencionados anteriormente llevan a que las ventajas competitivas de las organizaciones dependan cada día menos de factores físicos como la ubicación de sus sedes, de sus plantas o de sus equipos, siendo reemplazados por el conocimiento que hay al interior de ellas. Por ello, algunas organizaciones reconocieron la importancia y el beneficio que el conocimiento les ofrece y tomaron acciones para gerenciar el que poseían.

Este capítulo toma la generación de conocimiento como elemento estratégico que debe ser gestionado y asimilado por las organizaciones, así mismo se vinculan aspectos del capital intelectual y el aprendizaje organizacional como factores clave en la dirección estratégica del conocimiento. Después, la gestión del conocimiento y la tecnología establece un esquema donde, en el marco del aprendizaje, se debe avanzar de organizaciones tradicionales a organizaciones inteligentes. Estos elementos son el soporte de las EBT, las cuales tienen unas características específicas que en economías emergentes no necesariamente se presentan. Posteriormente, se formulan los retos que tienen las EBT, las organizaciones de apoyo y el gobierno para establecer las condiciones que harán viables y sostenibles estas iniciativas en el país. Finalmente, se plantean las conclusiones derivadas del desarrollo de los temas.

3.1 GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

En el ambiente económico y empresarial contemporáneo, caracterizado por su dinamismo, competitividad y complejidad, el conocimiento se considera como fuente de ventaja competitiva sostenible en el tiempo (Tissen et al., 2000), por lo que su apropiación entre las distintas unidades que componen el sistema económico supone una de las claves para la creación de la riqueza (García et al., 2005). La información¹⁴ *per se* —como elemento individual— ya no es vista como un atributo diferencial competitivo, por lo cual, las organizaciones deben no solo aprender a seleccionarla sino transformarla en conoci-

¹⁴ Vista como un conjunto de datos al cual se le ha agregado valor a través de diferentes procesos —tales como captación, asimilación, transmisión, almacenamiento, asociación, cálculo, consulta y distribución—, adquiriendo un significado, una importancia, un propósito y una forma determinada.

miento¹⁵ útil para obtener nuevos resultados, dar mejores usos a la tecnología, diversificar los mercados y satisfacer las necesidades de sus clientes.

Autores como Machintosh (1997) sugieren que *una sociedad del conocimiento* es "una sociedad con capacidad para generar, apropiarse y utilizar el conocimiento para 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), afirman que hablar de la sociedad del conocimiento 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 el procesamiento de información, la generación de conocimiento y las tecnologías de la información". Entonces, al hacer referencia al conocimiento es ineludible tener en cuenta su estrecha relación con la sociedad, los cambios generados en la nueva economía y las revoluciones.

De una u otra forma, las organizaciones crean, generan y usan conocimiento en mayor o menor medida, de acuerdo con sus intereses y estrategias tanto internas como externas. Los individuos por su parte, adquieren información, la convierten en conocimiento y lo enriquecen con su experiencia. Teniendo en cuenta que la experiencia a su vez provee una perspectiva histórica para asimilar y entender nuevas situaciones, ofrece la posibilidad de solucionar problemas o situaciones complejas por medio del conocimiento adquirido anteriormente. Este proceso ha sido objeto de estudio por parte de varios autores que han formulado modelos encaminados a determinar cómo las organizaciones pueden aprovechar al máximo el conocimiento de cada persona en todos los niveles y colocarlo a disposición de los demás para un proceso de aprendizaje continuo y generación de conocimiento¹⁶.

Entre los primeros modelos de los años noventa¹⁷ se destacan los formulados por Kogut-Zander (1992) y Hedlund (1994), los que establecen principios generales sobre los cuales se evalúan conceptos tales como el flujo del conocimiento en las organizaciones y los procesos de transferencia del mismo. Sin embargo, son Nonaka y Takeuchi (1995) los

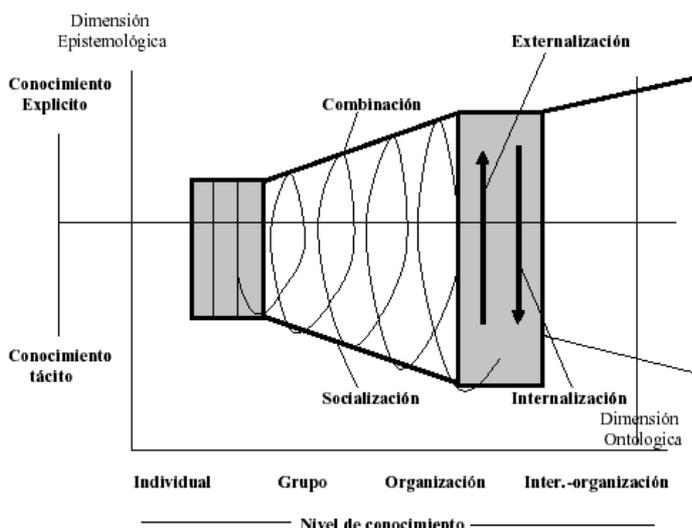
¹⁵ Para Sánchez (2001), el conocimiento posee unas características clave que le otorgan su valor e importancia al interior de las organizaciones, entre las que destaca: (1) el conocimiento, no se deteriora con su utilización sino que se enriquece, lo que hace posible que fluya en todas las direcciones de las organizaciones; (2) cuanto más conocimiento se acumula, mayores son sus posibilidades de utilización; (3) es difícilmente divisible e incorporado fundamentalmente a las personas, esto implica que cuando un trabajador deja la organización, los conocimientos adquiridos se van con él y pueden convertirse en un factor de competitividad para la competencia; (4) puede ser adquirido por las personas, utilizando medios estructurados como documentos y libros, o a través de contactos persona a persona.

¹⁶ La diferencia entre la creación y la generación de conocimiento radica en que la creación de conocimiento parte de la nada mientras que la generación de algo previo.

¹⁷ Los primeros indicios sobre el estudio de la creación del conocimiento datan de Polanyi en los años sesenta, cuando hace por primera vez la distinción entre dos tipos de conocimiento: explícitamente o implícitamente- tácito (Lam, 2002). Sin embargo, solo fue hasta los años noventa que esta clasificación volvió a tomar vigencia la literatura.

más reconocidos en este ámbito; su modelo se basa en la creación dinámica del conocimiento a través de la interacción social de conocimiento tácito y conocimiento explícito (dimensión epistemológica¹⁸), y la conversión de conocimiento, la cual sigue las etapas de socialización, externalización, combinación e interiorización (dimensión ontológica¹⁹), como se ilustra en la Figura 3-1.

Figura 3-1. Modelo de creación de conocimiento



Fuente: Nonaka y Takeuchi (1995)

De los modelos más recientes que siguen esta línea, se destaca el trabajo de Bueno (2003), que introduce dos dimensiones adicionales al conocimiento organizativo: la dimensión sistémica, la cual hace referencia al uso, significado e incidencia del dato, la información y el conocimiento, y la dimensión estratégica, que se apoya en la perspectiva que proporciona la teoría de recursos y capacidades, dirigida a los procesos de formación de la estrategia.

Finalmente, Davenport y Prusack (2001) dirigen su propuesta metodológica a un nivel más amplio que el simple proceso de generación del conocimiento y lo transportan a las circunstancias mismas del trabajo, la localización y la estructura del equipo del mismo, para que el conocimiento y las ventajas competitivas sean un resultado de la armonización de estos procesos según sea el caso. Para ello, han identificado seis modos en los cuales puede presentarse la generación del conocimiento en el nivel organizacional: (1) la **adquisición**, en la que el conocimiento puede estar en las personas que componen la organización (expertos) o estructurado en forma de documentos digitalizados, rutinas,

¹⁸ La epistemología estudia la naturaleza y validez del conocimiento (Suárez, 2000).

¹⁹ La ontología es el estudio del ente en cuanto a sí mismo. Por ello es llamada la teoría del ser, es decir, el estudio de las cosas: qué es, cómo es y cómo es posible.

protocolos, normas y procedimientos; (2) el **alquiler**, que pretende poseer de manera temporal las fuentes de conocimiento y fuerza a las organizaciones a ser hábiles para extraer el máximo provecho, ya que deben generar todos los mecanismos posibles para retenerlo; (3) la **asignación** de recursos, debido a que algunas organizaciones han generado sus centros de investigación para capacitar y mantener el conocimiento propio en continuo desarrollo al interior de las mismas; (4) la **fusión** busca la combinación intencional de personas con distintas aptitudes, ideas y valores, para interactuar en torno a una temática específica con el fin de encontrar soluciones en torno a dicha temática, desarrollar nuevos elementos de cultura, incrementar el conocimiento organizacional desde varios niveles (empresarial, departamental, grupal, etcétera); (5) en la **adaptación** son las capacidades internas reales y los recursos disponibles los que se pueden poner a disposición para enfrentar adecuadamente los cambios, al igual que la apertura al cambio y la capacidad de absorción, y (6) las **redes** ya sean entre personas, expertos, comunidades, organizaciones u otras figuras, que permiten que el conocimiento fluya por ellas y permita, por ejemplo, la resolución de problemas (Davenport y Prusak, 2001).

3.2 EL SIGNIFICADO DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

El desarrollo de la Gestión del Conocimiento (GC), adicional al hecho de ser relativamente reciente²⁰, se puede considerar en un estado temporalmente turbulento, donde aún no se han establecido claramente las características necesarias para una implantación exitosa como modelo de gestión, ni se ha llegado a un acuerdo en torno al proceso que ello significa. Tampoco existe un consenso sobre la definición de gestión del conocimiento, sin embargo, existe aceptación referente a su principal objetivo: generar valor a largo plazo. De ahí que la GC está recibiendo gran atención por parte tanto de teóricos como de gestores de empresas y organizaciones en general, al considerar al conocimiento como el factor distintivo de la empresa en el logro de ventajas competitivas.

La GC ha sido asociada a un gran número de áreas de conocimiento tanto formales como informales procedentes de los más diversos campos, entre los que se destacan principalmente las ciencias de la administración y las tecnologías de la comunicación, y otras toman cada día mayor relevancia como la psicología del conocimiento, la teoría de la complejidad y los estudios sociales (Albano, 2003). Autores tales como Andreu y Sieber (1999), Carrión (2001) Liebowitz (2003), Sotomayor (2004), Meisel y Bermeo (2005) y Hernández *et al.* (2005), por mencionar algunos, proporcionan variadas definiciones de

²⁰ Reyes (2003) hace una recopilación bibliográfica de lo que en la literatura se ha mencionado sobre GC e identifica por lo menos tres fases en su evolución: Primera Fase (1985 – 1990): se empieza la exploración del valor creado por la consolidación de las capacidades y habilidades de las personas; ni la creación del conocimiento, ni la gestión del conocimiento, ni el capital intelectual eran conceptos conocidos. Segunda Fase (1991 – 1997): la revolución propiciada por la tecnología de la información e Internet ocasionan un profundo cambio en las organizaciones, las soluciones giraban en torno a la reutilización del conocimiento y a encontrar la forma para evitar reinventar la rueda. Tercera Fase (1998 - actual): la creación y la innovación de conocimiento están en alza con un enfoque cada vez más humano, en donde el desarrollo de entornos de trabajo adecuados permiten a las personas crear nuevo conocimiento.

GC. Sin embargo, para efectos del presente capítulo, la GC será entendida como 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, desean adquirir y transferir a través de distintas formas, métodos, modelos y herramientas disponibles para conseguir las ventajas comparativas y competitivas que le aseguren una sostenibilidad en el futuro, mediante una adecuada toma de decisiones en el presente.

La GC, como toda herramienta de gestión, posee objetivos propios que sustentan su actuar en las organizaciones donde es incorporada. Entre los autores que describen parámetros hacia los cuales se debe orientar la GC en una organización, se destacan Quintas *et al.* (1997) y Sotomayor (2004), quienes establecen seis objetivos básicos:

- Formular una estrategia de alcance organizacional para el desarrollo, adquisición y aplicación del conocimiento.
- Implantar objetivos orientados al conocimiento en cuanto al 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 el conocimiento.
- Promover el mejoramiento continuo de los procesos del negocio, en torno a la generación y utilización del conocimiento.

Al incorporar la GC en la organización, García (2004) y Sotomayor (2004) plantean la necesidad de realizar las siguientes actividades en la organización: (1) divulgación, para que todos los miembros de la organización puedan utilizar el conocimiento en el contexto de sus actividades diarias; (2) disponibilidad, asegurarse de que este está disponible en el sitio donde es más útil para la toma de decisiones; (3) garantizar que el conocimiento está disponible donde lo necesitan los procesos del negocio; (4) facilitar la generación efectiva y eficiente del nuevo conocimiento; (5) apoyar la adquisición del conocimiento de fuentes externas y desarrollar la capacidad de asimilarlo y utilizarlo; (6) asegurarse de que el nuevo conocimiento está disponible para aquellas personas que en la organización realizan actividades basadas en ese nuevo conocimiento; (7) cerciorarse 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 como generador de valor y de ventajas competitivas sostenibles en el tiempo, por lo cual es fundamental evaluarlo y establecer su incidencia en la organización.

3.2.1 La gestión del conocimiento y el capital intelectual

Una de las características propias de la GC es el análisis del conocimiento como elemento intrínseco y característico de los individuos; en el nivel de una organización, esta abs-

tracción se realiza directamente sobre los individuos contratados desde el punto de vista de su constitución como activos propios de la misma. García *et al.* (2005) entienden la GC como el manejo de material intelectual, conocimiento, información, propiedad intelectual y experiencia, que puede utilizarse para crear valor, donde el capital intelectual (CI) es un conjunto de activos intangibles de una organización, que pese a no estar reflejado en los estados contables tradicionales, genera valor o tiene potencial de generarlo en el futuro. Sotomayor (2004) enfoca el concepto de CI en la identificación de una serie de elementos y características que las organizaciones desarrollan y adquieren en sus actividades, a través de los conocimientos generados y expresados como tecnología, procesos y procedimientos, productos y servicios, entre otros. Complementario a ello, Palomo (2004) clasifica estos elementos de acuerdo con su incidencia en distintas áreas de la organización, como se detalla en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Clasificación de activos intangibles

Activos de mercado	Propiedad intelectual	Activos humanos	Activos de infraestructura
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marcas de servicios ▪ Marcas de productos ▪ Marcas corporativas ▪ Clientes ▪ Lealtad consumidor ▪ Continuidad de negocios ▪ Nombre de la empresa ▪ Canales de distribución ▪ Acuerdos de negocios ▪ Contratos de franquicias y de licencias 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Patentes ▪ Derechos de autor ▪ Diseños ▪ Secretos comerciales ▪ Saber-hacer ▪ Marcas ▪ Marcas de servicios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Educación ▪ Calificaciones ▪ Conocimientos ▪ Evaluaciones de puestos y psicométricas ▪ Competencias 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filosofía administrativa ▪ Cultura corporativa ▪ Procesos administrativos ▪ Sistemas de información tecnológica ▪ Sistemas de redes ▪ Relaciones financieras

Fuente: Palomo (2004)

3.2.2 El conocimiento y el aprendizaje organizacional

El conocimiento y el aprendizaje son categorías relacionales que permiten la interacción entre diferentes niveles de la organización. Martínez y Montesinos (2004) establecen que la GC no implica exclusivamente una manera de pensar o un modelo organizacional teórico-conceptual, por el contrario, se complementa a través de los procesos de aprendizaje e involucra necesariamente la puesta en acción del conjunto de conocimientos, habilidades y competencias de los integrantes de la organización. Este continuo aprendizaje permite a la organización desarrollar capacidades para adaptarse y anticiparse a los cambios por venir en su ámbito de acción.

Las capacidades de aprendizaje están relacionadas con los procesos humanos de la organización y a la existencia de mecanismos que faciliten el desarrollo de destrezas basadas en aptitudes y características personales de los individuos, así como un uso adecuado de los canales de información. Y es solo de este modo que se logrará una aproximación al concepto de aprendizaje organizacional (AO). Para Blanco (2005), las diferentes y nu-

merosas aproximaciones al concepto de AO, aconsejan, más que correr el riesgo de unificarlas artificialmente o de querer diferenciarse con una supuesta definición nueva, señalar sus diversos enfoques, entre los que se pueden destacar:

- La adquisición, difusión y utilización de conocimientos útiles para la organización.
- La intencionalidad en función de mejorar el desempeño, transformar la organización y reforzar con ello las funciones básicas de la cultura organizacional.
- La orientación externa e interna del aprendizaje hacia una mejor relación con el entorno o hacia el desarrollo de la organización misma.
- El contenido u objeto del aprendizaje organizacional (conocimientos, comportamientos, valores).
- El proceso del aprendizaje²¹ que abarca rutinas organizacionales, formas de institucionalización y gestión del aprendizaje, roles de individuos y equipos, estructuras de apoyo, procesos de innovación y de mejora.

Distintas teorías administrativas mencionan que las organizaciones soportan en su estrategia la toma de decisiones, Bueno (2003) señala que se debe tener una estrategia orientada a direccionar el conocimiento en la organización por medio de la dirección del conocimiento, y relacionarlo conjuntamente con el aprendizaje organizativo y el capital intelectual, que interactúan conjuntamente.

North (2001) estima que, adicional a esta triada, es preciso hacer explícita la GC como una cuarta variable, la cual surge como un requisito indispensable donde la información y el conocimiento son gestionados por los diferentes niveles de la organización a fin de solucionar problemas, generar conocimiento, obtener ventajas competitivas y en consecuencia, establecer estrategias sustentadas en las capacidades internas de la organización.

Retomando las características de las organizaciones que aprenden y no aprenden (ver Tabla 3-2) planteadas por Brunsson (1998) y James (2003), es posible establecer que el aprendizaje organizacional hace referencia a la adquisición, difusión y uso de conocimiento útil para la organización, mientras que las organizaciones que aprenden son aquellos espacios donde las personas pueden seguir aprendiendo. Esta diferenciación no implica que sean términos excluyentes, por el contrario se potencian mutuamente al establecer esquemas de aprendizaje continuo orientado al desarrollo de ventajas competitivas.

²¹ En este aspecto, Park y Shell (2003) identifican tres formas de aprendizaje: (1) El aprendizaje organizacional espontáneo, en donde se aprende haciendo, a través de transacciones implícitas entre las personas; esta clase de aprendizaje es informal y sucede en cualquier parte en donde haya personas reunidas. (2) El aprendizaje organizacional formal y autónomo, que ocurre en contextos de intercambio formales a través del libre intercambio de perspectivas. (3) El aprendizaje organizacional programado, en el cual se plantean objetivos de desempeño, se ofrecen incentivos, se definen sanciones, se transmiten instrucciones; este tipo de aprendizaje implica rutinas, roles, reglas, sesiones de entrenamiento, y tiene un alto grado de estandarización a través de las políticas de la organización.

Tabla 3-2. Características de las organizaciones que aprenden y no aprenden

Características de las organizaciones que aprenden	Características de las organizaciones que no aprenden
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo de la cultura de la igualdad, que facilita el mejoramiento continuo y la adaptación en todos los niveles con normas, símbolos, creencias y sistemas de reconocimientos y recompensas, así como el empoderamiento de los trabajadores. ▪ La formación de la estrategia puede originarse en muchos sitios en la firma, no solo en la alta gerencia, sino involucrando a los trabajadores en un proceso de generación de ideas, estrategias emergentes y deliberativas. ▪ Hacen énfasis en la comunicación horizontal, que incluye el <i>benchmarking</i> interno, la identificación de las mejores prácticas y la transferencia tecnológica. ▪ Poseen estructura horizontal, tienden a ser federaciones adhocráticas o hetereraquías enlazadas a través de un sistema atomista o de configuración en red que enfatiza estos factores. ▪ Integrada por trabajadores del conocimiento que gestionan su trabajo, diseminan información importante en la organización, se actualizan continuamente y desarrollan nuevas habilidades. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se comportan siguiendo un estereotipo cada vez que se enfrentan a un problema, ignoran la solución definitiva y conviven 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.

Fuente: elaborada a partir de Brunsson (1998) y James (2003)

3.3 LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA

Es de gran importancia reconocer que el conocimiento y la tecnología están íntimamente relacionados y que el concepto de tecnología va más allá de su común asociación con la maquinaria, convirtiéndose en conjunto con el conocimiento en recursos utilizables para mejorar la eficiencia de la producción o el mercado de bienes y servicios a través de diferentes medios, unos *duros* como equipos y maquinarias, y otros *blandos* como conocimientos y experiencias, incorporados a las máquinas o a los métodos de producción que sirven para *hacer cosas y solucionar problemas* (Villamizar y Mondragón, 1995).

Luego de haber revisado las distintas características que el conocimiento tiene en las organizaciones y a partir del análisis de las organizaciones basadas en conocimiento, surgen interrogantes sobre la necesidad de establecer si una empresa necesariamente debe basarse en conocimiento para tener procesos de aprendizaje. En la literatura no se encuentran relacionados estos conceptos de manera que se pueda establecer un esquema comparativo, por tal razón, este acápite presenta una aproximación a estos a través de la temática de la generación de valor.

Tabla 3-3. Roles de las empresas según el grado de tecnología y aprendizaje

Tipo	Descripción
Empresas tradicionales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se mueven en entornos estables. ▪ No tienen una base tecnológica ni procesos de gestión de conocimiento y aprendizaje organizacional. ▪ Son intensivas en bienes físicos. ▪ Son centralizadas —el empresario emprendedor otorga a los empleados información parcial y da salarios planos a empleados con pocas habilidades—. ▪ Su estrategia se centra en sus capacidades internas de producción ▪ Los modelos organizacionales son jerárquicos, funcionales y especializados, manteniendo la integración vertical. ▪ El interés privado prima sobre el general. ▪ Se evita el cambio tanto como sea posible, dada la concepción que su conocimiento es más que suficiente. ▪ El trabajo se asume como cumplimiento de tareas repetitivas. ▪ En sus activos financieros no se tendrán cuentas de activos intangibles correspondientes a capital intelectual o de conocimiento.
Empresas fraternalistas sin base tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compiten principalmente por escalas y costos —sus gastos en I+D son escasos y su recurso humano es de calificación media—. ▪ Poseen procesos de gestión de conocimientos tanto individuales como colectivos y organizacionales. ▪ Tienen procesos de aprendizaje organizacional²²
Empresas de base tecnológica tecnicistas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los procesos de gestión de conocimientos y de aprendizaje fallan al no ser colectivos y por tanto, no crean conocimiento organizacional. ▪ No tienen procesos de generación de conocimiento definidos, —la cadena de valor se afecta y su competitividad disminuye—. ▪ Los integrantes se caracterizan por ser investigadores con alta capacidad intelectual, conocimiento y dominio en un campo intelectual, pero no comparten sus conocimientos con los demás integrantes de la organización. ▪ Los activos intangibles —por concepto de capital intelectual— son bajos y están representados por el recurso humano temporal. ▪ El capital relacional y el capital estructural presentan notables deficiencias y en algunos casos su aparición es prácticamente nula.
Empresas de base tecnológica inteligentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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, innovación y de construcción de relaciones mucho más complejas entre todos sus procesos al interior de la firma y con su contexto. ▪ Estas organizaciones incorporan tanto el ciclo generativo y el de aprendizaje adaptativo, con lo cual pueden adoptar estrategias de investigación, desarrollo e innovación de nuevos productos y servicios. ▪ Su énfasis en la generación de conocimiento traducido a productos y servicios se ve reflejado en el aumento del valor de la compañía —activos intangibles—. ▪ Este tipo de empresas consigue 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 transformar los conocimientos en éxitos comerciales.

Fuente: adaptado de Granados et al, (2006)

²² Ello lleva a un desequilibrio de sus actividades y a una desventaja competitiva final, puesto que, pese a que saben 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 aprovechar el aparato industrial que poseen mediante el desarrollo de procesos y productos compatibles con este.

Cada empresa puede configurarse de acuerdo con su tipo de negocio y estructura organizacional, y con la implicación que tanto el conocimiento como la tecnología puedan tener al interior de su aparato productivo y su desenvolvimiento en la actual economía de conocimiento. Según el grado de aprendizaje y la aplicación de tecnología, las empresas pueden asumir algunos roles que terminan afectando su desempeño y potencial de crecimiento. Las características que definen cada tipo de empresa se explican en la Tabla 3-3.

De acuerdo con Granados *et al.* (2006) las organizaciones, pueden estar en alguno de los estados representados en la Tabla 3-3, 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. Para el caso de modelos enfocados en productos se desglosan todos aquellos que se encaminan a potenciar el capital intelectual de la organización, gestionar la tecnología que hay en ellos, gestionar el conocimiento, involucrar tecnologías de la información, etcétera. Por su parte, el enfoque de procesos propone modelos como la gestión organizacional enmarcada en la gerencia de los recursos humanos, los procesos de transferencia de conocimiento, de socialización de conocimiento, entre otros. Estos modelos de gestión han impulsado a las organizaciones a seguirlos de manera separada, lo que ha conducido a que no se establezcan desarrollos complementarios en torno al potencial del conocimiento, sino especializaciones en alguno de estos. De acuerdo con ello, la gestión eficiente del conocimiento constituye un esquema que procura aprovechar mejor los diferentes enfoques que surgen a partir del aprendizaje organizacional y del capital intelectual de las organizaciones, con la finalidad de contribuir a potenciar el uso del conocimiento como variable fundamental del desarrollo en la sociedad y la economía del conocimiento.

3.4 EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA (EBT) EN ECONOMÍAS EMERGENTES

Diversos autores han tratado de sintetizar el significado de EBT (Butchart, 1987; Shearman y Burrell, 1988; Storey y Tether, 1998; Simón, 2003). Para el propósito de este documento, se entenderán las EBT como las Empresas de Base Tecnológica de tipo inteligente mencionadas en el acápite anterior, las cuales se definen como organizaciones productoras de bienes y servicios, comprometidas con el diseño, desarrollo y producción de nuevos productos y procesos de fabricación innovadores, a través de la aplicación sistemática de conocimientos técnicos y científicos (Office of Technology Assessment, 1992, citado en Simón, 2003). En este sentido, la EBT es un concepto transversal que no se refiere únicamente a su resultado final, que es un producto de alto valor agregado o de alta complejidad tecnológica con capacidad de incorporarse a otras cadenas productivas, sino que inicia desde la incorporación de conocimiento como materia prima fundamental para el logro de sus objetivos, hasta su posterior transformación en el valor de la línea principal de un producto concreto (IEBTA, 2006). La importancia de las EBT radica en que sustentan sus estrategias de gestión y su línea de procesos, productos y servicios en nuevas tecnologías e involucran los desarrollos administrativos, gerenciales, económicos, financieros, de capacitación e investigación y desarrollo, de última generación a sus operaciones.

Las EBT son consideradas como base de la nueva economía por su contribución a la creación de empleo de calidad, y por su capacidad de generar un alto valor añadido en la actividad económica (Storey y Tether, 1998; León, 2000). Es fundamental entender que la labor generadora de tecnología y el efecto multiplicador en la economía es lo que diferencia a las EBT de cualquier otra empresa que, siendo muy tecnificada, apenas se limita a incorporar adelantos en todos los órdenes de la gestión operativa (Matamoras, 1989; Marcano, 1996). Dentro del contexto de la gestión y el desarrollo tecnológico se pueden identificar cuatro sectores: (1) el sector primario, que abarca todas las actividades destinadas a la obtención de materias primas a partir de recursos naturales para los demás sectores; (2) el sector secundario, el cual reúne las actividades de manufactura o industriales, mediante las cuales el insumo obtenido del sector primario es transformado y le son adicionadas características correspondientes a diferentes grados de elaboración; (3) el sector terciario, constituido por las actividades cuyo producto no tiene expresión material, corresponde a los servicios como el comercio, las finanzas, el transporte, la educación, la salud, entre otros; (4) el sector cuaternario (Castellanos y Jiménez, 2004) en donde se agrupan profesiones y actividades productivas que generan valor económico a partir del manejo y desarrollo de intangibles como el capital intelectual. En este último se ubican las EBT fundamentadas en la aplicación sistemática del conocimiento y la tecnología como insumo crítico y a la vez producto de su cadena de valor.

El sector cuaternario es emergente, ya que se basa más en ventajas competitivas: conocimiento y tecnología, que en ventajas comparativas: reducción de costos, especialización y aprovechamiento de la dotación de factores productivos. Dimitriades (2005) mencionando a Porter, afirma que en las antiguas economías las firmas contaban con tres estrategias genéricas para desarrollar una ventaja competitiva: producir a más bajo costo, diferenciarse en el mercado o seleccionar mercados focales, sin embargo, con el nuevo entorno económico, gradualmente se han ido erosionando las fuentes tradicionales de ventajas competitivas. En la actualidad, las dinámicas de los distintos sectores productivos, de los mercados, de las tecnologías y de la información llevan a que las ventajas competitivas de las organizaciones dependan cada día menos de factores físicos como los productos, apoyando sus ventajas competitivas en términos del conocimiento (Aznar *et al.*, 2005). En esta misma dirección, autores como Riahi – Belkaoui (2003) sugieren que hoy se ganan ventajas competitivas con la adquisición de activos estratégicos, dentro de los cuales los intangibles son los únicos capaces de generar ventaja competitiva sostenible.

3.4.1 Características de las empresas de base tecnológica

Las EBT se desarrollan principalmente en áreas como la electrónica, la informática, el software, las comunicaciones, la biotecnología, la mecánica de precisión, la química fina, la instrumentación, la ingeniería genética, la industria aeroespacial, entre otras (Simón, 2003; Colombo y Grilli, 2005; Lofsten y Lindelof, 2005a). En el nivel internacional se destaca que los países están dando prioridad al desarrollo de esta clase de empresas, pero especializándose en un campo determinado de acuerdo con las ventajas comparativas y competitivas de cada región. En la Tabla 3-4 se detallan las características de las EBT que siguen los rasgos propios del nuevo paradigma tecno-económico.

Tabla 3-4. Características de las empresas de base tecnológica

Características	Descripción
Conformadas como PYME	En comparación con las grandes corporaciones tradicionales, son empresas o unidades preferentemente pequeñas que ocupan poco personal y que producen bienes y servicios con alto valor agregado. Sin embargo, no se puede desconocer la existencia de transnacionales con origen en países desarrollados con características de EBT.
Relaciones con entidades de apoyo	Tienden a relacionarse con las universidades, institutos o centros de investigación donde se desarrollan tecnologías en áreas de conocimiento similares a las que dichas empresas requieren para su desarrollo y actualización tecnológica.
Equipos humanos especializados	Presentan mayores requerimientos a los miembros de la organización en cuanto a su nivel educativo y de competencias exigidas.
Altos márgenes de ganancia	Poseen altos márgenes de utilidad debido al valor agregado que generan.
Innovación	Generan nuevos desarrollos por su capacidad para introducir rápidamente cambios en el diseño de productos o procesos.
Flexibilidad	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.
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	Permite integrar los procesos, con énfasis en las conexiones y en los sistemas de interacción, y orientada a la coordinación tecno-económica global.
Internacionalismo	Sus productos sustituyen importaciones o enfrentan competencia abierta y terminan incursionando en los mercados de exportación.

Fuente: elaborada a partir de Chamanski y Wagoo (2001), Novick y Miravalles (2002), Pradilla y Camacho (2002), Simón et al. (2003)

Las EBT parecen cumplir algunas de las características de los sistemas complejos adaptativos. Para las empresas 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 en función de su habilidad para aprender a actuar según las mutables condiciones ambientales es lo que permite su supervivencia (Parra, 2004). Ello se traduce en la renovación y ampliación de la gama de productos, servicios y procesos productivos, y en los cambios de la organización, su gestión y las competencias de los trabajadores.

Al contrario de organizaciones tradicionales, el aprendizaje en las EBT no recae en un selecto grupo de personas encargadas de estos temas, sino que se forma como un proceso colectivo de la organización donde se ve como una tarea constante a cargo de todos los

miembros de la empresa, teniendo como objetivos compartir el conocimiento y sobre todo, crearlo. Se puede entonces afirmar que las EBT se reconocen por su búsqueda permanente de generación de conocimiento e innovación y en comportarse como sistemas complejos adaptativos y/o autopoieticos. García *et al.* (2005) agregan que los conocimientos generados a partir de la información en las EBT se convierten en ventajas competitivas sostenibles y mensurables como éxitos comerciales.

3.4.2 Desarrollo de los sectores de base tecnológica en economías emergentes de América Latina

Es inevitable tratar las diferencias de desarrollo entre los países, los ambientes, y las posibilidades o restricciones que se generan para pensar en el crecimiento de sectores basados en el conocimiento (Novick y Miravalles, 2002). Lo anterior, motivado en que el desarrollo tecnológico de un país implica la selección, la gestión, la preparación de infraestructura, e involucra senderos evolutivos previos, políticas activas, actores consolidados, entre otros, lo cual facilita o inhibe el desarrollo de algunos sectores. Con el fin de evidenciar si las EBT de la región se comportan de acuerdo con el referente teórico que se analizó anteriormente, se revisa a continuación el desarrollo de los sectores de base tecnológica, las características de la gestión en las EBT en América Latina y las brechas existentes para extraer algunos retos clave de este tipo de organizaciones.

La mayoría de las EBT de los países en desarrollo son PYME que se establecieron durante la segunda mitad de la década de los ochenta, no como el resultado de una política gubernamental planificada, sino por la iniciativa aislada de profesionales y de algunos grupos empresariales (Matamoros, 1989). En Colombia, al igual que en otros países de la región, se presenta el mismo comportamiento pero actualmente las presiones de la globalización y las nuevas formas de competencia han llevado al gobierno nacional a canalizar esfuerzos hacia la creación de empresas con un alto componente de conocimiento, capacidad emprendedora y de gestión empresarial de los fundadores (Presidencia de la República, 2004).

Con el propósito de revisar las tendencias de los sectores de base tecnológica en la región, se hace énfasis en tres que han sido objeto de diferentes investigaciones: electrónica, biotecnología y software (Correa, 1996; Medina, *et al.*, 2001; Castellanos *et al.*, 2002; Murcia, 2004; Pineda, 2004; Fajardo, 2005; Morales, 2006)²³. Los países más desarrollados del mundo, con eje en Estados Unidos, han escogido a la biotecnología como una tecnología de frontera para mantener altas tasas de crecimiento económico y ser competitivos en los mercados globales (Kollmer y Dowling, 2004; Varela, 2005). A su vez, otros estudios realizados para países periféricos coinciden en que, dadas las condiciones del desarrollo y aplicación de la biotecnología en el mundo, se requiere una visión diferente a la de los países desarrollados para lograr que esta sea tanto competitiva

²³ Se eligieron estos tres sectores por ser los que mayor interés han suscitado por parte de los gobiernos, los empresarios y la comunidad académica. En el caso colombiano, el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología- COLCIENCIAS formuló los planes estratégicos en aras de fortalecer estos sectores (Colciencias, 1997; 1999).

como de impacto social en países con economías emergentes, sin excluir la posibilidad de copiar y adaptar modelos de progreso biotecnológico que son exitosos en países industrializados (Katz y Bercovich 1990; Colciencias, 1999; CEPAL, 2000; Dosi *et al.*, 2004; Varela, 2005).

De acuerdo con Colciencias (1999), en Colombia la situación en relación con la incorporación de la biotecnología al sector productivo, es fundamentalmente la misma que en América Latina —en el sentido estricto que se definieron las EBT en este capítulo—, ya que existe un bajo número de empresas de base biotecnológica. En cuanto a los programas de formación de posgrado que sustentan el desarrollo de la biotecnología en el país, Colciencias infiere que en el corto plazo se contará con un número apreciable de investigadores formados en tecnologías genéricas de tipo biológico, pero que será notoria la falta de formación de gerentes y especialistas en comercialización y mercadeo de productos de alta tecnología en EBT.

Por otra parte, la evolución tecnológica alrededor de la electrónica, la informática y las telecomunicaciones ha llevado a las empresas a un ambiente altamente competitivo, donde las velocidades de procesamiento y transferencia de la información son estratégicas (Porto *et al.*, 2003). Es así como se han sobrepasado las fronteras nacionales, se amplía el acceso a información que es fuente de conocimiento y en cuya base está cifrado hoy el poder de las naciones (Drucker, 1993), se conceptualiza el mundo como una aldea global (McLuhan y Powers, 1991), y se genera un nuevo entorno para el trabajo, los negocios y la educación, cambiando la forma de vida de la humanidad entera (Colciencias, 1997). La electrónica como tecnología genérica ha mantenido su dinamismo en la región gracias a las grandes inversiones que se han realizado en materia de reposición de equipos, en mejoramiento de plataformas y a la entrada de nuevos competidores al mercado, especialmente en este último campo (CRT, 2004; CEPAL, 2004). Sin embargo, la fuerte competencia de los países asiáticos y de China principalmente, está afectado la industria electrónica en México, Brasil y Argentina, que son los países más adelantados en el ámbito latinoamericano (Dussel, 2003; CEPAL, 2004)²⁴.

Finalmente, la industria del software se constituye en plataforma transversal que permite el funcionamiento de múltiples industrias y servicios, siendo en muchas ocasiones la columna vertebral de estas y un foco de innovación (May y Sbragia, 2005; Raschiatore y Rimoli, 2005). Países referentes para Colombia tales como Irlanda y algunos del continente asiático como India, transformados en líderes globales de la industria del software, tienen como su primera fuente de ingresos y desarrollo social a dicho sector, dado que no requiere de altas inversiones en maquinaria, ni grandes espacios como lo puede requerir una empresa perteneciente a los sectores tradicionales de la economía (Colmenares, 2004)²⁵. En esta industria los países más representativos son India, Irlanda,

²⁴ En esta tecnología, Colombia aparece como un país importador de equipos y componentes electrónicos, especialmente en actividades que requieren altos niveles técnicos y de capital (Murcia, 2004).

²⁵ Para algunos sectores en particular; como el de software, las experiencias de otros países demuestran que no se trata necesariamente de una industria de capital intensivo y que, en cambio, se basa en una o-

Israel y Estados Unidos. En Latinoamérica sobresalen Brasil, Chile, Costa Rica, Argentina y Uruguay (Pineda, 2004), con industrias que se encuentran en una etapa relativamente joven al igual que en otros países con economías emergentes y mostrando una tendencia hacia el desarrollo de software libre (Sampedro y Oliveira, 2005; Salles *et al.*, 2005; Alves *et al.*, 2005). En Colombia, la industria del software es liderada por entidades como ParqueSoft en el *Cluster* de ciencia y tecnología²⁶ y la Alianza Sinertic, en la cual se encuentran integradas 24 empresas que actúan como un *cluster* localizado en la capital del país (Castellanos, 2005).

Así mismo, de una revisión de la literatura sobre elementos relacionados con el desarrollo de las EBT en algunos países de la región, teniendo en cuenta autores como CAF (2003), Ciarli y Giuliani (2005), CIETEC (2004), Darscht (2005), Dinero (2003), Giuliani (2005), Gómez (2004), Jaén (2005), Lotti y Sobral (2005), Martínez (2006), Martins *et al.*, (2005), May y Sbragia (2005), Novick y Miravalles (2002), Olalde (2001), Polizelli y Masalu (2005), Rincón (2006), Sampedro y Oliveira (2005), entre otros, se puede destacar que factores como la participación decisiva del gobierno, a través del financiamiento y estímulo al fortalecimiento de proyectos en áreas consideradas estratégicas, han sido un elemento importante para el progreso de dichos sectores. Adicionalmente, estos autores reconocen la importancia de la transferencia del conocimiento desde las entidades de enseñanza e investigación al conjunto de la economía.

3.4.3 La gestión de las EBT en Latinoamérica

Las PYME de base tecnológica colombianas y seguramente las de la región, a pesar de trabajar con el factor conocimiento como elemento fundamental de sus procesos, presentan deficiencias en su gestión (Castellanos *et al.*, 2002; Murcia, 2004; Pineda, 2004; Morales y Castellanos, 2007); dado su enfoque técnico de los productos, dejan de lado la importancia de analizar la viabilidad del proyecto de estudio y los mecanismos que permitirían su comercialización de una forma competitiva en el mercado (véase la Tabla 3-5). A esto se suman las características particulares de estas empresas, como el riesgo específico asociado a la incertidumbre de las nuevas tecnologías, problemas de financiación, gestión de recursos humanos y gestión del entorno, entre otros (Gorriño, 2001).

ferta —importante— de recursos humanos calificados y, en muchos casos, conjuntamente con políticas estatales e instituciones de apoyo (Novick y Miravalles, 2002). Los casos de India, Irlanda e Israel constituyen ejemplos de aprovechamiento de nichos o ventajas de especialización en una combinación público-privada de diferentes características que dieron lugar a desarrollos nacionales sumamente interesantes, aumentando la capacidad de exportación, de formación y retención de personal altamente calificado, construyendo nichos de excelencia con alta competitividad y rentabilidad (Chudnovsky *et al.*, 2000).

²⁶ El *cluster* de ciencia y tecnología Informática más grande del país y uno de los más importantes promotores de proyectos de emprendimiento de base tecnológica (Parquesoft, 2005).

Tabla 3-5. Características de la gestión en EBT latinoamericanas

Manejo gerencial	Manejo tecnológico
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A medida que aumenta el grado de especialización y de aplicación de la tecnología ocurre lo contrario con los aspectos gerenciales. ▪ Gestión realizada por científicos o investigadores. ▪ Falta de visión estratégica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación integrada del conocimiento y la tecnología. ▪ Óptima conceptualización de la innovación. ▪ Conocimiento y aplicación de tecnologías de información y comunicación (TICs). ▪ Productos de buena calidad.

Fuente: elaborada a partir de Castellanos *et al.*, (2002); Correa (1996); Medina *et al.*, (2001); Morales (2006)

A partir de los elementos que se hallaron en el desarrollo del acápite sobre la gestión de EBT en economías emergentes, se puede enfatizar que una barrera evidente para estas se relaciona con el desconocimiento de los aspectos clave de la gestión empresarial. En palabras de Simón (2003), las características personales y profesionales que son necesarias para liderar equipos de investigación y realizar importantes avances tecnológicos no son las mismas que las necesarias para crear y liderar empresas de alto crecimiento. Además, se pretende que sea el mismo investigador el que lidere el proyecto empresarial, sin contar con herramientas ni conocimientos de gestión. A medida que la tecnología evoluciona para convertirse en una empresa de alto crecimiento, el liderazgo del proyecto debe evolucionar de un enfoque meramente científico y tecnológico a un enfoque empresarial.

3.4.4 Brechas en relación con las características específicas de las EBT

De las dos características que se mencionaron como particulares para EBT, se destaca que en economías emergentes existen algunos elementos diferenciadores. Por un lado, en relación con el tamaño de la organización, generalmente es similar tanto en países desarrollados como en economías emergentes²⁷, es decir, se hallan configuradas como PYME pero sin desconocer que los criterios de clasificación y las definiciones son diferentes entre países y dentro del mismo país. En este sentido, existen grandes discrepancias en la clasificación de PYME entre los países industrializados y los países en desarrollo, por lo general en los primeros las empresas se clasifican como PYME si tienen menos de 500 empleados, mientras que esta cifra es de 100 o 200 para los países en desarrollo (CEPAL, 2001; Meyer y Wältring, 2002).

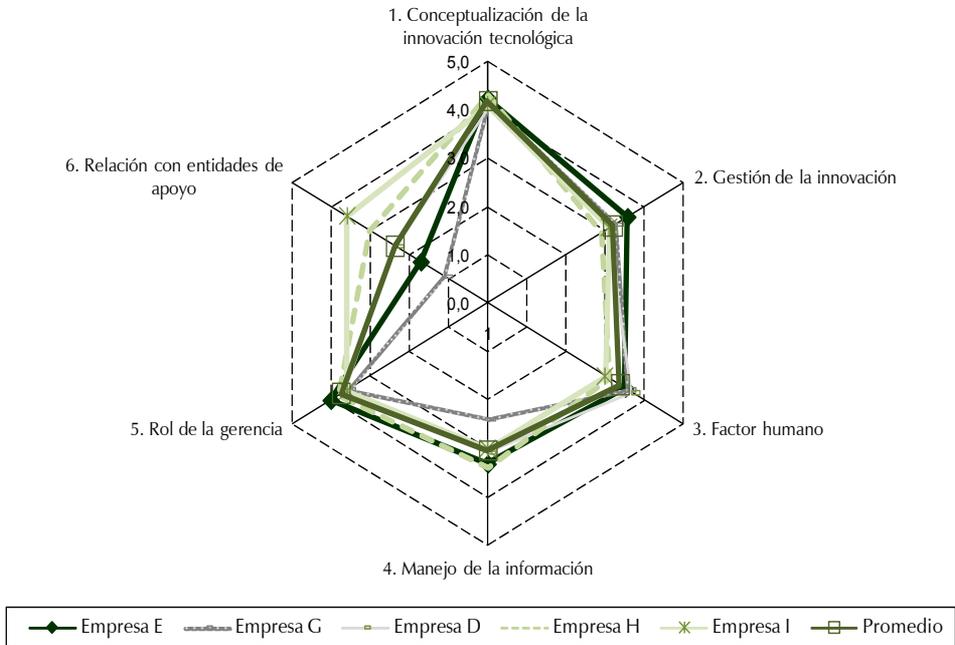
Por otro lado, en cuanto a su cercanía y relación con entidades de apoyo²⁸, Morales (2006)²⁹, según los resultados obtenidos en un estudio realizado al respecto, concluye

²⁷ Para algunos autores, las EBT tienen algunas características distintivas que difieren de las empresas tradicionales. Su tamaño no está definido por la cantidad de empleados o por su nivel de facturación, sino por su capacidad de responder a las necesidades del mercado y por su habilidad para crecer y decrecer sin afectar su estructura de eficiencia, dependiendo de las condiciones cambiantes del mercado (IEBTA, 2006).

²⁸ Universidades, institutos o centros de investigación, entre otras.

que en economías emergentes esta característica de las EBT dista mucho del ideal, y aunque se cuenta con entidades y reglamentación sobre el tema, falta articulación entre las mismas y los esfuerzos no se canalizan adecuadamente (ver Figura 3-1).

Figura 3-2. Innovación tecnológica en EBT



Fuente: Morales (2006)

Las variables analizadas fueron seis. (1) **Conceptualización de la innovación tecnológica**, consiste en la forma en que se interpreta la innovación tecnológica dentro del sector; se compone de tres elementos: la interpretación de la innovación como proceso de introducción de nuevos productos o procesos en el mercado, como un proceso de transferencia de tecnología y como actividades de I+D que es necesario comercializar. (2) **Gestión de la innovación**, es la forma como se realiza la innovación; se compone de tres elementos: la claridad en los objetivos de la innovación que busquen liderazgo en el mercado y la reducción de los impactos negativos sobre el entorno, la tendencia a generar innovación a partir de la interacción con las universidades y centros de investigación, y el manejo de proyectos, realización de estudios de factibilidades, toma de decisiones. (3) **Factor humano**, es la forma como interviene y se maneja el factor humano dentro de la innovación; se compone de cuatro elementos: la capacitación del personal de forma constante, el fomento del trabajo en equipo, la integración del personal y la

²⁹ El estudio toma como base 15 empresas colombianas de los sectores biotecnológico, electrónico y de software, de las cuales solo cinco se comportan como EBT según el marco teórico definido para este capítulo.

creación y aplicación de grupos estratégicos. (4) **Manejo de la información**, entendido como el proceso de buscar y manipular la información para generar la innovación: registros de información llevados en cuanto a materias primas, productos, proveedores, clientes, tecnologías, procesos, documentación de aspectos externos a la empresa tanto en el nivel competitivo como el tecnológico, consulta de bases de datos, patentes, seminarios, etcétera. (5) **Rol de la gerencia**, hace referencia al papel de la gerencia dentro del proceso de innovación, al grado de compromiso con los proyectos nuevos y el apoyo manifestado en el empoderamiento, creación de lazos motivacionales y en general, el compromiso con las personas que desarrollan la innovación. (6) **Relación con entidades de apoyo**, la interacción con centros de investigación y universidades que fomentan el desarrollo de la innovación mediante la prestación de asesorías, servicios tecnológicos adecuados y apoyo financiero a los nuevos proyectos.

El comportamiento de las variables asociadas a la innovación tecnológica presenta una tendencia equilibrada y similar para todas las empresas analizadas, a excepción de la variable relación con entidades de apoyo, en donde se aprecian fuertes deficiencias, lo cual ratifica la necesidad de trabajar en el fortalecimiento de estos lazos. Cabe destacar que las empresas H e I pertenecen al sector biotecnológico y son las que tienen mayor interacción con dichas entidades. Lo anterior puede favorecer los procesos de transferencia de tecnología y capacitación del talento humano.

En contraste con lo expuesto anteriormente, en los países desarrollados existen casos exitosos de PYME de base tecnológica que actúan interconectadas dentro de un sistema interempresarial y que aprovechan los servicios de diversas organizaciones para competir de forma eficiente (Darby y Zucker, 2002; Aguilera, 2005; Lotti y Sobral, 2005; Motohashi, 2005). De esta forma, con base en los desarrollos realizados en los acápites anteriores, se entrarán a formular los retos para la gestión del conocimiento y la generación de EBT en economías emergentes.

3.5 RETOS PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA GENERACIÓN DE EBT EN ECONOMÍAS EMERGENTES

A continuación se enunciarán los retos con una lógica que parte de factores que son gobernables y por tanto ejecutables por las empresas, a otros que deben ser vistos como esfuerzos conjuntos de los diferentes actores de la economía:

3.5.1 En el nivel de las EBT

Conformar grupos interfuncionales e interdisciplinarios que combinen habilidades técnicas y comerciales dentro del equipo fundador, constituye un elemento fundamental para el crecimiento de las EBT (Aspelund *et al.*, 2005; Morales y Castellanos, 2006) y contribuye a que la gerencia desarrolle competencias en el manejo de temas críticos de la administración general, finanzas, mercados, aspectos legales, las mejores prácticas en el ciclo completo de producción, calidad, gestión, etcétera. (Pradilla y Camacho, 2002).

Incluir como elementos estratégicos de la gestión, la gestión tecnológica - GT (Phaal et al., 2006) y la gestión del conocimiento - GC (Drucker, 1993; Nonaka, 1999; Senge, 1999; Bueno, 2003), e indagar por los tres elementos del capital intelectual: el capital humano, el capital estructural y el capital relacional. Así mismo, debe vincularse la gestión del cambio como la capacidad para afrontar aquellos proyectados, así como los emergentes (Etkin, 2000). Este tipo de gestión cuenta con una visión abierta a la innovación de acuerdo con las tendencias que marcan los competidores, el mercado y los desarrollos en ciencia y tecnología (Morales y Castellanos, 2007).

Trabajar en el diseño de una estructura que facilite las relaciones intra-empresariales (Azua, 2001), ayuda a crear un ambiente donde fluya el cambio y la innovación; en el caso de las EBT es conveniente que esta sea en red y matricial dada la dinámica del entorno y la necesidad de ser flexible y ágil en la toma de decisiones. Ligada a la estructura está la estrategia, que debe estar orientada a la innovación en valor o búsqueda de océanos azules³⁰ (Kim y Mauborgne, 2005).

Lograr una cultura soportada en las organizaciones que aprenden (OA) y la GC. En este punto es fundamental observar una orientación positiva hacia el conocimiento, donde los empleados sean brillantes, tengan curiosidad intelectual, estén dispuestos a explorar, posean la libertad de hacerlo, no teman perder su empleo por compartirlo y sus iniciativas de crearlo sean tenidas en cuenta por los directivos de la organización (Davenport y Prusak, 2001).

Activar los potenciales de aprendizaje en todas las áreas de la organización. Analizar el potencial para la búsqueda consciente del aprendizaje continuo individual u organizacional (Senge, 1999) y de buscar conocimiento y transferirlo a la organización (Nonaka y Takeuchi, 1999), de tal forma que esto intensifique el hallazgo de oportunidades productivas e innovación. Lo anterior debe permitir diferenciarse de la competencia.

3.5.2 En el nivel de interacciones con el entorno y de gobierno

Establecer redes de colaboración orientadas a la innovación, apoyadas por diversas entidades y reglamentación, que partan de encadenamientos o relaciones interempresariales empresa-industria fortalecidas por cadenas productivas y *clusters*, empresa-gobierno, empresa-academia, empresa-sector financiero y empresa-comunidad (Azua, 2001; Darby & Zucker, 2002; Heijs, 2005; Lofsten y Lindelof, 2005b; Lotti y Sobral, 2005; Motohashi, 2005; Polizelli y Masalu, 2005; Morales y Castellanos, 2007). Adicionalmente, se debe promover el potencial de las relaciones intra e interadministraciones públicas (Azua, 2001), que conllevan a la formulación de políticas favorables a los sectores de base tecnológica y a una mayor eficiencia en el uso y distribución de los recursos. Al respecto, Porter afirma que las empresas pueden tomar un papel activo en el mejoramiento de la infraestructura a través de la selección de sus

³⁰ Para Kim y Mauborgne (2005) un océano azul es un espacio desconocido del mercado donde no existe competencia y se desata una nueva demanda.

proveedores, un trabajo cercano con las universidades para desarrollar soluciones a los problemas de sus *clusters* y un liderazgo en los procesos de cambio (Dinero, 2007).

Avanzar en la estructura física y social del país. En la primera es fundamental el desarrollo adecuado de la infraestructura de transporte, telecomunicaciones y energía para que las empresas puedan ser competitivas en el mercado nacional e internacional (Villarreal y Ramos, 2002). Sobre la segunda, se requiere la contribución de la educación secundaria, técnica y universitaria en la formación de empresarios emprendedores y de profesionales especializados que puedan requerir las EBT.

Establecer incentivos y regulaciones tendientes a fomentar una política selectiva de importaciones y exportaciones que beneficie a los sectores de base tecnológica del país (Morales *et al.*, 2007). Revisar los instrumentos de promoción y fomento —tales como los incentivos fiscales, estructuras de cofinanciación, capital semilla, entre otros— que tienen las empresas para incorporar tecnología de punta en sus procesos o realizar innovaciones tanto incrementales como radicales, apoyados por una política nacional de ciencia y tecnología que promueva estas estructuras.

Analizar y mantener el comportamiento de las variables macroeconómicas de tipo presupuestario, monetario, fiscal, cambiario, comercial, financiero y de competencia, ya que su estabilidad contribuye a generar certidumbre y confianza en los inversionistas y se establecen condiciones propicias para el crecimiento de largo plazo en el país (Esser *et al.*, 1996).

Mejorar la reglamentación sobre propiedad intelectual, por lo que es fundamental contar con unas reglas claras y unos mecanismos ágiles que permitan patentar las innovaciones (Morales *et al.*, 2007).

Fomentar la incorporación de los estándares internacionales, las mejores prácticas y los conocimientos, que permitan a las organizaciones competir eficientemente en los mercados mundiales y funcionar conforme a los estándares más elevados (Arechavala *et al.*, 2005; Polizelli y Masalu, 2005; Raschiatore y Rimoli, 2005). Ello implica dejar de lado la tendencia a pensar y actuar localmente para abrirse a nuevos espacios. Estudiar si se cuenta con el apoyo gubernamental y de entidades de apoyo que capaciten a los empresarios y faciliten el acceso a información sobre las exigencias y necesidades de los mercados extranjeros a los cuales podrían acceder las EBT (Morales y Castellanos, 2007).

Trabajar en los factores socioculturales, donde se perciben dificultades para la integración y asociatividad empresarial, motivados por la desconfianza mutua y por las características individualistas propias de la cultura regional —tanto en el país como en el ámbito latinoamericano—. En este campo, Pomar y Rendón (2005) manifiestan que es necesario entender y adoptar esquemas de cooperación que faciliten la transferencia tecnológica, la posibilidad de realizar innovaciones que mejoren los productos/procesos y permitan ser competitivos en el largo plazo. Estudios realizados por varios autores indican que: (1) en Latinoamérica el cambio tecnológico es exógeno y la capacidad para incorporarlo es

tá poco desarrollada; (2) los procesos de innovación son informales, episódicos y sistémicos; (3) predominan las innovaciones adaptativas e incrementales; (4) son escasas las actividades de I+D, así como las capacidades de eslabonamiento tecnológico (Malaver y Vargas, 2004).

Son múltiples los retos que se tienen frente a la gestión del conocimiento, la generación y el desarrollo de las EBT en economías emergentes, al igual que los actores o responsables de buscarla. No son solo las organizaciones las responsables de la competitividad de un país como algunos autores afirman, sino que por el contrario, es la unión de esfuerzos de los empresarios, la academia, las organizaciones de apoyo, el Estado y la sociedad en general. De esta forma, es necesario que se den relaciones cruzadas en todos los niveles para fomentar la transferencia de conocimiento y la búsqueda de sinergias.

3.6 CONCLUSIONES

En la actualidad, tanto la tecnología como el conocimiento toman un papel cada vez más relevante en los distintos escenarios económicos, políticos, tecnológicos, etcétera. Por ende, el abarcar estos dos elementos en el desarrollo empresarial, otorga una primera aproximación hacia la detección de características y puntos clave que las distintas empresas pueden presentar al realizar el fortalecimiento de uno o ambos elementos al interior de sus esquemas productivos. Por su parte, estos dos elementos han sido soportados en distintos conceptos como el aprendizaje organizacional, los modelos de generación de conocimiento, las empresas de base tecnológica, entre otros, y cuya finalidad es la construcción de dos grandes dimensiones —la dimensión del conocimiento y la tecnológica— para clasificar de manera general los diferentes tipos de organizaciones presentes en una economía.

Al describir la forma como las empresas asimilan estas dos dimensiones se identificaron cuatro tipos de organizaciones: las que no tienen base tecnológica y no aprenden (tradicionales), las empresas sin base tecnológica que aprenden (fraternalistas), las empresas de base tecnológica que no aprenden (tecnicistas) y las empresas de base tecnológica que aprenden (inteligentes), que son las de mayor competitividad y sostenibilidad en la actual sociedad del conocimiento. Cada uno de estos tipos de empresas posee características bien definidas, de manera que al conocerlas adecuadamente, se pueden adoptar las vías de cambio necesarias para convertirse en empresas inteligentes.

En el contexto latinoamericano, propender por empresas Inteligentes resulta un nuevo desafío tanto económico como cultural, dado que la mayoría del aparato productivo se encuentra en estado básico (tradicional). Por ende, para procurar una transformación hacia nuevos estados, este propósito es deseable en contextos internacionales donde la competitividad y la sostenibilidad se promueven sobre nuevos paradigmas tanto tecnológicos como de conocimiento. Por tanto, generar dinámicas para el fortalecimiento de elementos específicos como los esquemas de asociatividad entre organizaciones (por ejemplo Universidad, empresa, CDT, gremios, etcétera), las bases sólidas respecto al recurso humano (personal calificado), unos modelos adecuados de flujo de información y

la realización de continuos esfuerzos sustanciales en pro de la generación y creación de nuevo conocimiento, entre otros, se constituyen en un primer paso fundamental para la generación de economías de conocimiento.

Estos cambios, por principio, demandan a las empresas no solamente una serie de requerimientos internos entre los que se encuentran: una estructura organizacional abierta al cambio, disposición de recursos, un cronograma definido, personal comprometido, dirección (personas y políticas) y una estrategia definida, etcétera, sino un análisis del entorno, un conocimiento avanzado de su *know-how*, entre otros. Con ello se busca una visión complementaria a las dimensiones, a fin de que una organización pueda establecer una forma adecuada de generar sus procesos de transformación. Por ejemplo: en el nivel interno, las empresas tradicionales requieren cambiar el paradigma de empresa en el que se basan antes de tratar de adoptar estrategias definidas de cambio; las empresas fraternalistas deben identificar las barreras que les impiden tener una tecnología adecuada para el manejo de su conocimiento y construir estrategias que les permitan superar dichas barreras; las empresas tecnicistas deben cambiar su cultura organizacional con el fin de fomentar la cooperación, la comunicación entre sus integrantes y el trabajo en grupo para luego seguir modelos de generación de conocimiento.

Por su parte, las PYMES de base tecnológica de los países en desarrollo tienen grandes limitaciones en aplicar de forma eficiente herramientas de gestión básicas y tienen mucho que aprender de sus homólogas en los países desarrollados, pero guardando las diferencias de tamaños, contextos y recursos disponibles. De las características generales de las EBT reveladas en el referente teórico, es evidente que solo lo relacionado con el tamaño de la organización es similar tanto en países desarrollados como en economías emergentes ya que la relación con entidades de apoyo dista mucho del ideal en estos últimos.

A través de políticas públicas focalizadas y estratégicas (en el sentido actual de nuevas combinaciones entre el plano público-privado), con una creciente y permanente relación universidad-empresa y una vinculación permanente con el ámbito internacional, podrían generarse ventajas competitivas para el desarrollo de firmas nacionales de mayor capacidad innovadora o para estimular la inversión de empresas multinacionales (Novick y Miravalles, 2002). La gestión del conocimiento se constituye de este modo en un enfoque necesario para que las empresas inteligentes puedan mejorar las estrategias organizacionales y establecer ventajas competitivas de gran repercusión social.

3.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Aceves Ramos, V., Más allá de la planeación estratégica: La planeación Inteligente., Memorias de ACACIA 2005, México, 2005.
2. Aguilera, L., Impulso de la competitividad de las pequeñas y medianas empresas mediante la vinculación de los sectores productivos, público, privado y aca-

- démico, por medio de la planeación estratégica., Memorias de ACACIA 2005, México, 2005.
3. Albano, S., La Gestión del conocimiento., Instituto Capacit, Colombia., Disponible en (on-line): <http://brint.com/papers/submit/albano.htm>, Citado por Reyes 2003.
 4. Alvarado, A., Dinámica de la estrategia de innovación: el caso de Colombia., Revista Coyuntura Económica. Bogotá., Vol. 30, No. 3, 2000, pp. 61-119.
 5. Alves, A. M.; Vaghetti, C.; Veiga, R. y Basile, F. A., Pesquisa Impacto do Software Livre e de Código Aberto (SL/CA) na Indústria de Software do Brasil: competências em SL/CA no Brasil., Memorias de ALTEC, 2005.
 6. Andreu, R., Sieber, S., La gestión integral del conocimiento y el aprendizaje., Economía Industrial No. 326., 1999. Citado por: Zapata, Laura, 2004, pp.42
 7. Arechavala, R., López, A., Díaz, C., Formulación e implementación de estrategias e internacionalización en la pequeña y mediana empresa., Memorias del Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, México D. F., México, 2005.
 8. Aspelund, A., Berg-Utby, T., Skjevdal, R., Initial resources' influence on new venture survival: a longitudinal study of new technology-based firms., Technovation, No. 25, 2005, pp. 1337-1347.
 9. Aznar, I., Caceres, M. P., Hinojo, F., El impacto de las TICS en la sociedad del milenio: nuevas exigencias de los sistemas educativos ante la "alfabetización tecnológica", Revista EticaNet, Año 2 No. 4. España, Enero, 2005. Disponible en: <http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/numero4/Articulos/Formateados/E_LIMPACTO.pdf>
 10. Azua, J., Alianza Coopetitiva para la Nueva Economía., Empresas Gobiernos y Regiones Innovadoras, España, Madrid: Mc Graw Hill, 2001.
 11. Blanco, H., Estudio preliminar sobre aprendizaje organizacional en empresas cubanas. Cuba Siglo XXI. No. 58 La Habana, Cuba, 2005. Disponible en: < http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/blanco_300905.pdf>
 12. Brunsson, K., Non learning organizations., Scandinavian Journal management., Vol 14, No. 4 p. 421 - 432. 1998
 13. Bueno, E., Enfoques principales y tendencias en Dirección del Conocimiento (Knowledge Management)., En : Cáceres, Gestión del Conocimiento: desarrollos teóricos y aplicaciones., Ediciones la Coria, 2003, [Citado por Beñegil y Sanguino en 2003]
 14. Butchart, R., A new UK definition of high technology industries., Econ. Rev. 400, 1987, pp. 82-88.
 15. CAF., Corporación Andina de Fomento Programa Andino de Competitividad No 8. CAF, 2003, Disponible en:<http://www.caf.com/attach/4/default/bolet%C3%ADnno.8.pdf>>

16. Carrion, J., Nuevos Modelos en Internet para gestionar el Talento y el Conocimiento., España, 2001. Disponible en: <<http://www.gestiondelconocimiento.com/leer.php?colaborador= jcarrion&id=96>>
17. Castellanos, J. G., Encadenamientos productivos en servicios. Memorias del Encuentro Nacional de Cadenas Productivas, Bogotá D. C., Colombia. Noviembre 2-4 de 2005.
18. Castellanos, O., Jiménez, C., Medina, Y., Análisis de algunos factores potenciadores de la gestión tecnológica, caso: empresas biotecnológicas., Innovar, Vol. 19, 2002, pp. 145-156.
19. Castellanos, O., Martínez, C., Generación y Aplicación del Conocimiento en Gestión Tecnológica., Memorias de ALTEC 2003., México, 2003.
20. Castellanos, O., Jiménez, C., Importancia de la inteligencia en la gestión tecnológica de las organizaciones contemporáneas., Memorias del XXIII Simposio de Gestión de la Innovación Tecnológica. Curitiba. Brasil, 2004.
21. Castells, M., La era de la información. Economía, Sociedad y Cultura. Madrid., Siglo XXI, 1999.
22. Castells, M., La dimensión cultural de Internet. Universidad Oberta de Cataluña., Octubre 2002, Disponible en: <<http://www.uoc.edu/culturaxxi/cat/articles/castells0502/castells0502.html>>
23. Castro, G., López, P., Hacia la formulación de un modelo completo de creación de conocimiento y aprendizaje organizativo. Boletín del Grupo de trabajo de Gestión del Conocimiento: SEDIC, España, 2001. Disponible en: <http://www.sedic.es/boletin_km5.pdf>
24. CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe., Financial globalization and the emerging economies., Ed. Ocampo J., Zamagni S., French-Davis R., Pietrobelli C., CEPAL, Chile. 2000.
25. CEPAL. Elementos de competitividad sistémica de las pequeñas y medianas empresas (PYME) del itsmo centroamericano., 2001, Disponible en: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/Mexico/9/LCMEXL499/l499.pdf>>
26. CEPAL. La inversión extranjera en América Latina y el Caribe. 2004. Disponible en: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/DesarrolloProductivo/9/LCG2269PE/IED-2004.v.word.pdf>>
27. Chamanski, A., Wagoo, S. The organizacional success of new technology based firms. Finlandia, 2001. Disponible en: <http://websterii.iot.ntnu.no/profiles/waago_sigmund_e.html>
28. Chudnovsky, D., López, A., Melitsko, S. El sector de software y servicios informáticos (SSI) en la Argentina: Situación actual y perspectivas de desarrollo., Informe final: Primer borrador; CENIT, Buenos Aires, 2000.

29. Ciarli, T., Giuliani, E., Structural reforms and structural change in Costa Rica., *Industrial Dynamics, Structural Heterogeneity and Linkages: the role of FDI*, BID-CEPAL Report, Santiago de Chile, 2005.
30. CIETEC: Centro Incubador de Empresas Tecnológicas. Movimiento de las incubadoras. 2004. Disponible en: <[http://www.cietec.org.br/imagens/infos_down/folderl\(ing-esp\).pdf](http://www.cietec.org.br/imagens/infos_down/folderl(ing-esp).pdf)>
31. Colciencias. Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, 1997. Disponible en: <<http://www.colciencias.gov.co/programas/eti/pdfs/planest.pdf>>
32. Colciencias. Programa Nacional de Biotecnología. Plan Estratégico 1999-2004, 1999. Disponible en: <<http://www.colciencias.gov.co/programas/biotecnologia/pdfs/planest.pdf>>
33. Colmenares, Y., Discurso: Firma del convenio marco de cooperación entre la gobernación del Valle del Cauca y la Fundación Parque Tecnológico de Software de Cali, Colombia, Septiembre 2, 2004.
34. Colombo, M. G., Grilli, L., Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view. *Research Policy*, No. 34, 2005, pp. 795-816.
35. Correa, C., *Biotecnología: innovación y producción en América Latina*. Colección CEA- CBC. Universidad de Buenos Aires. Argentina, 1996.
36. CRT: Comisión de Regulación de Telecomunicaciones., *De los más dinámicos.*, La Nota Económica, 2004. Disponible en: <<http://www.lanota.com.co/economia>>
37. Darby, M., Zucker, L., Going Public when you can in biotechnology, National Bureau of Economic Research, Working Paper Series, N° 8954., 2002.
38. Darscht, P., El Desarrollo de Software en Uruguay: ¿Cuál es el siguiente paso?, Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
39. Davenport, T., Prusak, L. *Conocimiento en acción, cómo las organizaciones manejan lo que saben*. Argentina: Editorial Pearson Educación, 2001.
40. Dimitriades, Zoe., *Creating strategic capabilities: organizational learning and knowledge management in the new economy.*, Department of Business Administration. University of Macedonia. Thessaloniki, Greece. 2005.
41. Dinero., *Competitividad el gran reto.*, Revista Dinero. Bogotá. No. 287; Septiembre. 2007, pp. 28-38.
42. Dosi, G., Castaldi, C., Cimoli, M., Correa, N., *Technological Learning, Policy Regimes and Growth in a 'Globalized' Economy: General Patterns and the Latin American Experience.*, Laboratory of Economics and Management (LEM), Working Paper, Pisa. 2004.

43. Drucker P., *La sociedad Poscapitalista.*, Barcelona: Apóstrofe, 1993.
44. Durango, C., *Gestión Del Conocimiento Científico Y Tecnológico En Las Universidades Colombianas: Lecciones A Aprender Desde El Sector Empresarial.*, Memorias de ACACIA 2004, México, 2004.
45. Dussel, P. E., *La industria electrónica en México y Jalisco, 1990-2002: La industria electrónica en México: Problemática, Perspectivas y Propuestas*, Universidad de Guadalajara, México. 2003.
46. Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D., Meyer, J. *Competitividad sistémica. Nuevo desafío a las empresas y a la política.* Revista de la CEPAL. No. 59. Santiago de Chile, 1996, pp. 39-52.
47. Etkin, J., *Política, gobierno y gerencia de las organizaciones.*, Buenos Aires: Prentice Hall. 2000.
48. Fajardo, G., *Estudio de las pequeñas y medianas empresas exportadores de software en Bogotá.*, Tesis de maestría no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Bogotá. 2005.
49. García, M., *Los elementos integrantes de la nueva riqueza de las empresas.*, Revista Capital Intangible., Vol. 0, No 1, Noviembre. 2004.
50. García, F., North, K., Artiles, S., *Modelo de desarrollo de PyMES inteligentes: casos en estudio en América Latina y Europa.* Memorias del XI Seminario latinoamericano de gestión tecnológica. Salvador Bahía, Brasil. 2005.
51. Giuliani, E., *Industrialización exitosa: Inversión extranjera directa y externalidades tecnológicas en Costa Rica.*, Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
52. Gómez, J. C., *Argentina quiere duplicar sus exportaciones de software para 2007.*, Devnet. 2004. Disponible en: <http://tips.org.uy/amsi/info/News_11/news_11_013.htm>
53. Gorriño, I., *Creación de nuevas empresas de base tecnológica en el país vasco.*, Memorias del IX seminario Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica ALTEC: Innovación tecnológica en la economía del conocimiento, San José, Costa Rica. Octubre 17-19 de 2001.
54. Granados, O., Castellanos, O., León, A.M., *Incidencia del nivel de asimilación del conocimiento y la tecnología en el desarrollo empresarial.* Memorias del X Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. ACACIA, San Luís de Potosí, México. Mayo 3-5 de 2006.
55. Hedlund, G. A., *Model of Knowledge Management and the N-Form Corporation*, Strategic Management Journal, 15. 1994, [Citado por Castro, G.y López, pp. 3-6].
56. Heijs, J., *Identification of firms supported by technology policies: the case of Spanish low interest credits.* Science and Public Policy., Vol 32, No. 3, 2005, pp. 219-230.

57. Hernandez, S., Garcia, M., Becerril, A., Transformación Institucional. Modelo de Ciencia Orientada hacia la vinculación y la Transferencia Tecnológica., Memorias de ACACIA 2005., México, 2005.
58. IEBTA: Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Antioquia., Estrategia corporativa., 2006. Disponible en: <<http://www.incubadora.org.co/>>
59. James, C., Designing learning organizations. Organizational Dynamics., Vol. 31, No 1, 2003, pp. 46-61.
60. Jaén, B., Factores de atracción y expulsión de empresas transnacionales de la electrónica en la región metropolitana de Guadalajara. Memorias del IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. ACACIA, Mérida-Yucatán, México. Mayo 18-20 de 2005.
61. Jiménez C., Castellanos O., Morales M. E., Tendencias y retos de la gestión tecnológica en economías emergentes. Revista Universidad EAFIT. Vol 43 No. 148. 2007 pp. 42-61. Revista Universidad EAFIT. Colombia.
62. Katz, J., Bercovich, N., Biotecnología y economía política: estudios del caso argentino., Buenos Aires: Bibliotecas universitarias Centro Editor de América Latina-CEPAL. 1990.
63. Kim, C., Mauborgne, R., La estrategia del océano azul., Bogotá: Editorial Norma, 2005.
64. Kollmer, H., Dowling, M., Licensing as a commercialisation strategy for new technology-based firms., Research Policy., Vol. 33, 2004, pp. 1141-1151.
65. Kogut, B., Zander, U., Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology., Organization Science., Vol. 3, No. 3, 1992, pp. 383-397.
66. Lam, A., Los modelos societales alternativos de aprendizaje e innovación en la Economía del Conocimiento., Organización de Estados Iberoamericanos (OEI): Boletín No. 30, 2002. Disponible en: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/lam.pdf>>
67. León, G., La creación de empresas de base tecnológica desde el sistema público., Boletín SEBBM No 128., Mayo de 2000. Disponible en: <<http://sebbm.bq.ub.es/archiv/bol128/politica2128.pdf>>
68. Liebowitz, J., A knowledge management implementation plan at a leading US technical government organization: A case study., Knowledge and Process Management., Estados Unidos. Vol. 10, No. 4, 2003, pp. 254-259. [Citado por: WONG, Kuan-Yew; ASPINWALL, Elaine. 2005. p.2]
69. Lofsten, H., Lindelof P., Environmental hostility, strategic orientation and the importance of management accounting an empirical analysis of new technology-based firms., Technovation, No. 25, 2005a, pp. 725-738.

70. Lofsten, H., Lindelof P., R&D networks and product innovation patterns-academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks., *Technovation*, No. 25, 2005b, pp. 1025–1037.
71. Lotti, F., Sobral, M.C., A Inovação nas Empresas de Base Tecnológica. Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
72. Machintosh, A., Position paper on knowledge management., Artificial Intelligence Applications Institute, University of Adinburgh. Marzo de 1997.
73. Malaver. F., Vargas. M., Hacia una caracterización de los procesos de innovación en la industria colombiana., Los resultados de un estudio de casos. *Revista Latinoamericana de Administración*, No. 33, 2004, pp. 5-33.
74. Marcano, L., Las empresas de base tecnológica, propuestas de opciones para la región., Documento SP/TEPI/DI nº 2. SELA. 1996.
75. Martínez, Griselda y Montesinos, Rafael., La Gestión del Conocimiento en la Generación de Ventajas Competitivas para las PyMEs: el Caso de una Pequeña Empresa., Memorias de ACACIA 2004., México, 2004.
76. Martínez, L., Empresas con base tecnológica., Gestipolis, 2006. Disponible en: <<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/emp/ebt.htm>>
77. Martins, V.M., Coelho, A.M., Márcio, S., Vasconcelos C.H., Papel Coesivo do Conceito de Comunidades de Prática em Campos Organizacionais Emergentes: Aplicações em Biotecnologia e Pós-quisa Genômica no Brasil., Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
78. Matamoros, M., Las empresas de base tecnológica, perspectivas económicas y restricciones financieras., Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá., 1989, pp. 1-20.
79. May, M., Sbragia, R. O papel da capacitação tecnológica no desempenho exportador da indústria brasileira de software. Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
80. McLuhan, M., Powers, B.R., La aldea global., México: Editorial Gedisa. 1991.
81. Medina, E., Marín, A., Cuervo, A., Desarrollo de una metodología de implementación de *benchmarking* en pequeñas y medianas empresas del sector biotecnológico colombiano., En: Monografía de grado. Bogotá: Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Económicas, 2001, pp. 1-261.
82. Meisel, C. A., Bermeo, H. P., Modelo de gestión del conocimiento y la innovación basado en indicadores de productividad sistémica. Una aplicación al sistema de operaciones de una pyme manufacturera., Memorias del XI Seminario Latino-

- Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
83. Meyer, J., Wältring, F., Innovación tecnológica y perfeccionamiento de las pequeñas y medianas empresas en la República Federal de Alemania: incentivos y financiamiento., Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas., 2002.
 84. Morales, M. E., Bases Conceptuales y Desarrollo de la Competitividad Sistémica en Pymes Colombianas: Caso de Aplicación Empresas de Base Tecnológica., Tesis de grado, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, 2006.
 85. Morales M. E., Castellanos O., Características y retos de las empresas de base tecnológica en economías emergentes: caso Pymes sectores electrónico, biotecnológico y software en Colombia., Memorias del XI Foro de Investigación: Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática. UNAM. México, 2006.
 86. Morales, M. E., Castellanos, O., Estrategias para el fortalecimiento de las pyme de base tecnológica a partir del enfoque de competitividad sistémica., Innovar, Vol. 29, 2007, pp. 115-136.
 87. Morales M. E., Castellanos, O., Jiménez, C., Consideraciones metodológicas para el análisis de la competitividad en empresas de base tecnológica., Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, Vol. 15, No. 2, 2007, pp. 97-112.
 88. Motohashi, K., University-industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System. Research Policy., Vol. 34, 2005, pp. 583-594.
 89. Murcia, M. A., Sistema concertado de medición de la productividad y competitividad para la cadena maquinaria y equipo eléctrico y electrónica profesional., Mimeo, Proyecto realizado por el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Electro Electrónica e Informática – CIDEL con el apoyo de Colciencias y el SENA, Bogotá, 2004.
 90. Nonaka, I., Takeuchi, H. La organización creadora de conocimiento., Oxford University, 1995.
 91. Nonaka. I., Takeuchi H., La organización creadora de conocimiento, cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación., México: Editorial Oxford University Perss, 1999.
 92. North, K., Organización basada en Conocimiento (La Cuarta Dimensión". Documentación facilitada en el Taller "Estado del Capital Intelectual" del Foro del Conocimiento Intellectus., Madrid, 2001. [Citado por Beñegil y Sanguino en 2003]
 93. Novick, M., Miravalles M., La dinámica de oferta y demanda de competencias en un sector basado en el conocimiento en Argentina., Investigadora del Conicet en el Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina, 2002.

94. Olalde, M. I., Las empresas de base tecnológica y fuentes para su estudio sobre competitividad., América Latina en la historia económica., Vol 15. Enero-Junio de 2001. Disponible en: http://www.institutomora.edu.mx/revistas/Numer%2015/15-6-Ma_IsabelOlaldeQuintanar.pdf >
95. Palomo, M., La Evaluación de Activos Intangibles: Modelos y su Implantación., Memorias de ACACIA 2004, México, 2004.
96. Park, C., Shell R., Programmed, Autonomous-formal and Spontaneous Organizational Learning., British Journal of Management, Vol. 14, 2003, [Citado por Díaz y Vargas en 2005]
97. Parquesoft., Que es parquesoft, 2005. Disponible en: <<http://www.parquesoft.com>>
98. Parra, I., Los modernos alquimistas, epistemología corporativa y gestión del conocimiento., Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, 2004.
99. Phaal, R., Farrukh, C. J. P., Probert, D. R., Technology management tools: concept, development and application., Technovation., Vol. 26, 2006, pp. 336-344.
100. Pineda, L., Informe final de consultoría: balance tecnológico de la cadena productiva 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, 2004.
101. Pinho, M., Córtes, M., Fernandes, A., The Fragility of Technology-Based Firms in Peripheral Economies: an interpretation based on the Brazilian experience, 2001. Disponible en: <http://www.wifo.ac.at/~luger/pinho_cortes_fernandes.pdf>
102. Polizelli, D., Masalu, A. Estratégias de empresas de software brasileiras para enfrentar o novo patamar de concorrência globalizada. Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
103. Pomar, S., Rendón A., La pequeña empresa y su fortalecimiento mediante redes de cooperación., Memorias del IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. ACACIA, Mérida-Yucatán, México, Mayo 18-20 de 2005.
104. Porto, G., Oliveira, F., Ary, G., As Fontes de Tecnologia no Setor de Telecomunicações e os Fatores Motivadores para Cooperação., Memorias del X seminario Latino-Iberoamericano de gestión tecnológica ALTEC: conocimiento, innovación y competitividad: los desafíos de la globalización, México D. F., México. Octubre 22-24 de 2003.
105. Pradilla, H., Camacho, J. A., Productividad y competitividad de empresas de base tecnológica. Bucaramanga: Corporación Bucaramanga Emprendedora. 2002.
106. Presidencia de la República., Incubadoras gestaron 263 nuevas empresas productivas en el país., Noticias. 2004. Disponible en: <http://www.presidencia.gov.co/sne/2004/enero/19/04192004.htm>

107. Queixa, C., Fernandes, C., Tromboni, P., Sin, A., A gestão de tecnologia no ambiente multidisciplinar da avibrás: am estudo de caso na indústria de defesa brasileira. Memorias del XI Seminario Latinoamericano de gestión tecnológica, 2003.
108. Quintas, P., Lefrere, P., Jones, G., "Knowledgge Managment: a Stretegic Agenda" Citado por: La Gerencia del Conocimiento y la Gestión Tecnológica. [en línea]. Colombia: Universidad de los Andes, Diciembre 1997 [Citado por Reyes en 2003, Vinculado a bibliografía en junio de 2005]. Disponible en: <http://www.aprender.org.ar/aprender/ges-tec.htm>
109. Raschiatore, R., Rimoli, C.A., Fatores que conduziram a maior empresa brasileira de desenvolvimento de softwares para comércio exterior ao sucesso., Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil., Octubre 25-28 de 2005.
110. Reyes, L., Diseño de un modelo para la implementación de la Gestión del Conocimiento, aplicable al departamento de auditoria interna de una caja de compensación. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Facultad de Economía, Maestría en Administración, 2003.
111. Riahi-Belkaoui, A., Intellectual capital and firm performance of US multinational firms: a study of the resource-based and stakeholder views., Journal of Intellectual Capital., Vol 4, No. 2, 2003.
112. Rincón, O., Ciencia, tecnología y productividad., Ponencia presentada en el 5º Simposio Internacional de Gestión del Conocimiento: desarrollo y conocimiento en la sociedad de la información., Colombia, Universidad Central, Bogota D.C. 2006.
113. Salazar, M., Durán, X., Ibáñez, R., Vargas, M. La innovación tecnológica en Colombia: características por tamaño y tipo de empresa. Revista Planeación y desarrollo. Bogotá Vol. 29, No. 1, Enero – Marzo de 1998.
114. Salles, S., Nuti, G., De Lucca, J. E., Alves, A. M., O impacto software livre e de código aberto (SL/CA) nas condições de apropriabilidade na indústria de software brasileira. Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
115. Sampedro, J. L., Oliveira, A., Construcción de capacidades de desarrollo y diseño de software a través de la creación de interfases en empresas mexicanas. Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil. Octubre 25-28 de 2005.
116. Sanchez, R., Knowledge Management and Organizational Competence, Oxford University Press, Nueva York, 2001 [Citado por CASTRO, Gregorio De; LÓPEZ, Pedro. P. pp. 3-6]

117. Senge, P., *La Quinta disciplina: el arte y práctica de la organización inteligente*. Buenos Aires: Granica., 1992.
118. Senge, P., *La quinta disciplina el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje.*, Madrid: Granica, 1999.
119. Shearman, C., Burrell, G. *New technology-based firms and the emergence of new industries: some employment implications*. *New Technol. Work Employment*, Vol. 3, No. 2, 1988, pp. 87–99.
120. Simón, K., *La creación de empresas de base tecnológica, una experiencia práctica*. España: Editorial Edición y Diseño, 2003.
121. Sotaquirá, R., Gálvez, L., *Aprendiendo sobre el aprendizaje organizacional*, 1998. Disponible en: <<http://sistemika.homepage.com>>
122. Sotomayor, J., *La Administración del Conocimiento en las Organizaciones Modernas*. Memorias de ACACIA 2004, México, 2004.
123. Storey, D.J., Tether B.S., *New technology-based firms in the European Union: an introduction.*, *Research Policy.*, No. 26, 1998, pp. 933–946.
124. Suarez, M., *Introducción a la epistemología*, 2000. Disponible en: <www.monografias.com/trabajos/epistemologia/epistemologia.shtml>
125. Tissen, R., Daniel A. y Deprez L., *El valor del conocimiento. Para aumentar el rendimiento de las empresas.*, España: Prentice, 2000.
126. Varela, L., *Complementariedades institucionales y conformación del sistema biotecnológico de innovación en un régimen de acumulación con predominio financiero*. Memorias del XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: innovación tecnológica, cooperación y desarrollo, Salvador-Bahía, Brasil., Octubre 25-28 de 2005.
127. Villamizar, R., Mondragón J.C., Zenshin, *lecciones de los países del Asia-Pacífico en tecnología, productividad y competitividad.*, Bogotá: Editorial Norma, 1995.
128. Villarreal, R., Ramos R., *México Competitivo 2020: Un Modelo de Competitividad Sistémica para el Desarrollo.*, México: Editorial Océano, 2002.

CAPÍTULO 4.

PERSPECTIVAS DEL ENFOQUE ORGÁNICO EN LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

Claudia N. Jiménez H., Oscar F. Castellanos D.

La contribución de diferentes saberes para complementar y ampliar el entendimiento de un evento particular correspondiente a otro campo científico, es algo que ha venido ocurriendo desde que fue posible la sistematización del conocimiento³¹. En este sentido, ha sido común, y data del origen de la ciencia moderna (Green, 1961, Citado en Andrade, s.f.), el uso de conceptos, elementos y métodos de las ciencias naturales en la interpretación de fenómenos sociales y viceversa: *“Las concepciones científicas, tanto naturales como sociales, se han venido desarrollando en un proceso de múltiples interacciones donde los modelos o modos de ver propuestos por una disciplina influyen sobre los modos de ver de las otras, siendo difícil descifrar cuál ciencia impone su punto de vista sobre las otras”* (Andrade, s.f.).

Bunge (1996) ha clasificado las ciencias en formales y fácticas, estando estas últimas basadas en la observación y la experimentación como método para el estudio de sucesos y procesos. Las ciencias sociales, entre las que está la gestión, también son ciencias fácticas pero sus fenómenos de estudio implican mayor complejidad y heterogeneidad que los hechos biológicos, puesto que se relacionan con las manifestaciones producidas por el hombre como ser social; por ello, Méndez (1999) señala que estos deben ser estudiados en un mayor nivel de complejidad o en una dimensión superorgánica. En este contexto, García (2001) plantea que *“(...) se puede interpretar entonces como válidas y extensibles,*

³¹ No obstante, este tipo de traspaso de un campo de conocimiento a otro no ha sido siempre bien visto. Spire (2000) señala que se observa actualmente la negativa de permitir las metáforas científicas, para lo cual cita el libro *Imposturas intelectuales*, cuyos autores, Alan Sokal y Jean Bricmont, enfatizan en que “el papel de la metáfora consiste generalmente en aclarar un concepto poco familiar remitiéndolo a un concepto más conocido, no a la inversa (...) No vemos qué utilidad tiene invocar, aun metafóricamente, nociones científicas que el público especializado conoce muy mal (...) es abusivo importar nociones de las ciencias exactas a las ciencias humanas sin dar la menor justificación empírica o conceptual de este procedimiento” (Citado en Spire, 2000). De acuerdo con Spire, esta crítica se dirige a impedir que los filósofos aborden temas científicos porque no tienen la formación requerida.

las analogías entre las teorías de la materia (físico química), la evolución de los seres vivos (biología) y la sociedad (ciencias sociales), por referirse a algunos de los distintos niveles de complejidad en el estudio de las ciencias fácticas, que ha permitido el uso de sistemas comunes de pensamiento”.

Al respecto, Capra (1998) menciona que si bien la física había sido en el pasado la fuente principal de metáforas para las demás ciencias, este papel ha sido asumido por las ciencias de la vida, constituyéndose en la proveedora de la descripción fundamental de la realidad, debido a que la vida se encuentra en el centro de esta última. Específicamente en las ciencias de la gestión, el aporte de otros campos ha sido evidente desde los inicios de las teorías administrativas, es el caso de la visión mecanicista (el hombre y la organización como máquina), que caracterizó el *Management* científico de Taylor³². Beer (1977) señala que existen varios niveles en los cuales se concreta dicho aporte: inicialmente se encuentra la metáfora, que según este autor es un recurso poético y su validez es estética, ofreciendo solo la facilidad verbal a la ciencia que la toma; más adelante está la analogía, con una validez lógica y una explicación filosófica más que científica; por último se encuentra la identidad como el máximo nivel de comparación, puesto que permite generar conclusiones igualmente válidas para los casos que se están comparando.

Por otra parte, teniendo en cuenta la relevancia de la información y el conocimiento en el actual entorno tecnológico de la organización, la gestión tecnológica en su más reciente fase de desarrollo, genera y maneja conocimiento para soportar el proceso de toma de decisiones a través de herramientas como los análisis semánticos y la minería de datos o *data mining* (recuperación inteligente o selectiva de datos). Esta clase de herramientas se ha desarrollado a través de la aplicación de conceptos de otras disciplinas, partiendo del hecho de que el tipo de problemas de alta complejidad (con comportamientos considerados inteligentes) ya han sido resueltos por la naturaleza en el proceso evolutivo, lo cual ha generado una corriente de trabajo enfocada a lograr la apropiación de los métodos de procesamiento biológico (Ortiz y Rojas, 1998)³³.

A continuación se analizarán algunas de las contribuciones más importantes que las ciencias biológicas han hecho a la gestión organizacional a lo largo del desarrollo de las teorías administrativas, en búsqueda de un mayor entendimiento de la organización y su manejo gerencial, lo que sirve como preámbulo para abordar el aporte específico que este campo de conocimiento ha hecho a la gestión tecnológica a través de diferentes ele-

³² En general, como lo afirma Montoya (1999), puede decirse que la visión de la organización como una máquina ha sido muy popular, en parte por su eficiencia en la realización de numerosas tareas, pero también por su capacidad de reforzar y sustentar particulares modelos de poder y control.

³³ En este orden de ideas, Devezas (2005) señala que una de las herramientas más importantes en *forecasting* tecnológico, la ecuación logística, tuvo su origen en el campo biológico. Esta ecuación, que describe el crecimiento de la población como un fenómeno de naturaleza esencialmente biológica sin importar a qué población se haga referencia (humanos, levaduras, plantas), toma en cuenta la disponibilidad de recursos y la competencia. En la década de los años setenta la ecuación logística (también conocida como Volterra – Lotka) comenzó a emplearse para analizar la competencia entre empresas, productos o innovaciones tecnológicas. En este caso, indica Devezas, la implementación del concepto biológico en la evaluación tecnológica partió de la similitud en el mecanismo básico de transmisión de información.

mentos conceptuales e instrumentales, tanto en el contexto mundial como en el latinoamericano. Finalmente, con base en lo anterior, se identificarán los aspectos más relevantes en los cuales las biociencias complementan el desarrollo y aplicación de la gestión tecnológica.

4.1 LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS EN EL DESARROLLO DE LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL

En los inicios de las teorías administrativas, estas se caracterizaron por una visión sesgada de la organización, más orientada hacia el área de producción y, por tanto, al incremento de la eficiencia y la productividad, concibiendo al *hombre económico* como uno de los factores de producción al que debe extraérsele lo máximo. Si bien con Fayol esta visión de la empresa se tornó más global al incluir, además de la técnica, otras operaciones como la administrativa, prevalecía la imagen de sistema cerrado, totalmente aislado y autosuficiente (Dávila, 2001). Aktouf (2001) señala que solo fue hasta la década de 1930 cuando se evidenció que en las empresas “había algo humano” con el surgimiento del movimiento de las ciencias de la conducta, enfatizando aún más la importancia y profundidad que se le había dado hasta el momento al modelo mecanicista de la organización: “[Empero,] desde las primeras discusiones (...), quedó bien establecido que una de las mayores debilidades de las teorías de las relaciones humanas, desde su nacimiento, fue considerar a la empresa como algo aislado. (...) Las ciencias del comportamiento organizacional no hablan de entorno si no es para evacuarlo cuanto antes y concentrarse en los tradicionales problemas de tarea, motivación, liderazgo y dinámicas de grupo, concebidos y comprendidos como dependientes de una problemática y una dinámica exclusivamente internas a la empresa”.

Adicional al reconocimiento de factores motivadores para incrementar el rendimiento de los trabajadores, en lo cual se avanzó con los estudios de Elton Mayo y sus continuadores, el movimiento de las relaciones humanas contribuyó a que se diera relevancia a la organización informal, que luego se complementaría con la incorporación de la teoría general de sistemas a la gestión de empresas, produciendo una organización de sistema abierto y en contacto continuo con su ambiente (Martínez, 2002).

El surgimiento de la Teoría General de Sistemas a mediados del siglo pasado, encabezada por Ludwig Von Bertalanffy, quien consideró que “muchos de los principios y conclusiones de algunas ciencias podían tener validez para otras ciencias, cuando se tratan como sistemas físicos, químicos o sociales”(Citado en Illera, 1982), ocurrió a partir de la elaboración de principios con base en la neurofisiología y la biología, por lo cual la organización se comenzó a entender como un sistema abierto, al igual que los organismos biológicos. Se recurrió a la biología como una fuente nueva de ideas para estudiar e identificar las necesidades organizacionales, ante la crisis de la visión mecanicista (Morgan, 1998).

4.1.1 Papel de la Teoría de Sistemas y la Cibernética

Los principios generales enunciados en la Teoría General de Sistemas son aplicables con relativa facilidad en gran variedad de casos, debido a que Bertalanffy³⁴ procuró la convergencia de diferentes ramas de la ciencia en esta teoría al tomar como base el modelo de los organismos vivos y su analogía con sistemas abiertos de gran complejidad: *“La Teoría General de Sistemas afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas solo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus partes”* (Chiavenato, 2000).

La contribución de la Teoría General de Sistemas puede ser resumida en los siguientes puntos (Ashby, 1947; Bertalanffy et al., 1987):

- Observar el mundo como un conjunto de fenómenos individuales interrelacionados en lugar de aislados, en donde la complejidad adquiere interés.
- Demostrar que ciertos conceptos, principios y métodos no dependen de la naturaleza específica de los fenómenos implicados. Todo este bagaje conceptual es aplicable, sin modificación ninguna, a diversos campos de la ciencia, la ingeniería, las artes y las humanidades. De ahí que surjan lazos entre las distintas disciplinas clásicas, que podrán compartir varios principios, conceptos, modelos, ideas y métodos.
- Abrir, a través de investigaciones generales, nuevas posibilidades (principios, paradigmas, métodos) a disciplinas específicas.

La cibernética o ciencia de la comunicación y el control, creada por Norbert Wiener entre 1943 y 1947 (Chiavenato, 2000), complementó de forma importante la Teoría General de Sistemas y la administración, al ahondar en el estudio de los sistemas excesivamente complejos y probabilísticos, entre los cuales pueden ubicarse las organizaciones sociales y productivas, ya que introdujo y aplicó conceptos que permitirían entender el funcionamiento de tales sistemas.

Uno de los principales impactos de la cibernética, que llevaría a su destacado papel en la informatización y la automatización, es la equiparación entre seres vivos y máquinas –cibernéticas–, siendo estas últimas diferentes al concepto clásico que se había utilizado en los inicios de las teorías administrativas, debido precisamente a la existencia de retroalimentación que, definida por el propio Wiener, es el “control de una máquina en base a su comportamiento real, y no esperado” (Citado en Capra, 1998). Así mismo, Wiener

³⁴ Bertalanffy no fue el pionero en abordar este tema. Capra (1998) señala que entre 1912 y 1917 se publicó en Rusia el libro *Tektología* (del griego *tektion*: construir) en tres tomos, cuyo autor fue el ruso Alexander Bogdanov. En dicho libro se presenta “la ciencia de las estructuras”, y su objetivo fue clarificar y generalizar los principios de organización de todas las estructuras vivientes y no vivientes. Este autor planteó que la estabilidad y desarrollo de todo sistema se comprenden con base en dos mecanismos organizadores básicos: formación y regulación. Con el primero de ellos sugirió la existencia de una transición organizadora después de que el equilibrio de un sistema colapsa (anticipándose a Ilya Prigogine); con la regulación introdujo el concepto “birregulador”, que más adelante Norbert Wiener planteó como retroalimentación en el marco de la cibernética.

planteó que la retroalimentación es un patrón general de vida, aplicable tanto a organismos vivos como a sistemas sociales. Teniendo en cuenta que la estructura de los organismos vivos es de una elevada complejidad, las hipótesis de la cibernética plantean que cualquier otro sistema, ya sea social, industrial o de gerencia, tiende a alcanzar unos niveles altos de complejidad.

En la práctica, la implementación de los conceptos de sistemas abiertos en las organizaciones tiene varios puntos clave (Morgan, 1998): (1) énfasis en el entorno y en la importancia de una adecuada capacidad de detección y respuesta rápida de la organización a los cambios en éste; (2) definición de la organización como un sistema con subsistemas interrelacionados y haciendo parte de un sistema mayor, resaltando las relaciones de interdependencia; (3) búsqueda y eliminación de las disfunciones potenciales de los sistemas, con el fin de lograr coincidencias en los subsistemas organizacionales (estratégico, de dirección, tecnológico, humano/cultural, estructural, ambiental), para lo cual se toman en cuenta los diversos principios de la Teoría de Sistemas, como la homeostasis³⁵, la entropía, la diferenciación e integración, la variedad obligada, la equifinalidad y la evolución del sistema.

Otras consecuencias de analizar la organización como sistema abierto las plantea Chiavenato (2000), quien señala que su comportamiento es probabilístico (no determinista) tanto por las variables que caracterizan el entorno como por el hecho de estar conformada por personas. Además, indica que la organización solo puede lograr la homeostasis si se cumplen dos condiciones, que dependen del liderazgo y compromiso de quienes la integran: la unidireccionalidad (el sistema continúa orientado hacia el mismo objetivo a pesar de los cambios en el entorno) y el grado de avance respecto al objetivo. Igualmente, el logro de la homeostasis que pretende el sistema debe conciliarse con la búsqueda de adaptabilidad al medio, puesto que la primera conserva el *statu quo* interno, mientras la segunda lo altera en su interacción con el entorno.

4.1.2 La organización como organismo

Una de las imágenes de la organización descrita por Morgan (1998) es la de las organizaciones como organismos, basándose en el empleo de metáforas que se han concebido históricamente para facilitar la comprensión de la empresa al mostrarla desde una perspectiva única, ya que se relacionan diversos conceptos aplicables a los seres vivos con los procesos organizacionales.

Para Morgan, esta imagen tuvo sus inicios con los estudios de Elton Mayo, Abraham Maslow y demás autores de la escuela de ciencias de la conducta, a través de los cuales se evidenció que las personas trabajan mejor y son más eficaces cuando sus necesidades están satisfechas. Posteriormente, con el movimiento de sistemas se tomó conciencia sobre el hecho de que la organización (constituida como un sistema de sistemas) no es una isla y que su supervivencia depende de la interacción con su entorno. Derivada de estos

³⁵ Es la característica de un sistema, abierto o cerrado, mediante la cual se regula el ambiente interno para mantener una condición estable y constante.

elementos, está la teoría de la dependencia, que muestra la necesidad de un estado de dirección y organización flexibles cuando los cambios en el entorno, en especial tecnológicos, son continuos y acarrear nuevos problemas (Burns y Stalker, 1950, Citado en Morgan, 1998).

Otros autores como Joan Woodward, Paul Lawrence y Jay Lorsch (citados en Morgan) complementaron esta teoría con sus estudios en diversas empresas, evidenciando la relación entre la estructura organizacional, la tecnología y las condiciones del entorno, siendo necesario que, a mayor turbulencia y desarrollo tecnológico, haya mayor flexibilidad y diferenciación interna. Adicionalmente señalaron que es posible, en determinados contextos, que solo algunas organizaciones logren sobrevivir, resaltando una nueva analogía con lo que ocurre en la naturaleza, de acuerdo con los planteamientos de Darwin en la teoría de la selección natural. No obstante *“como Darwin puso de manifiesto frecuentemente en sus escritos, aunque la selección puede ser el mecanismo a través del cual ocurre la evolución, depende de que haya variación de las características del individuo; sin variación no hay selección. Muchas de las aplicaciones de la teoría de Darwin se construyen alrededor de un modelo cíclico de **variación, selección, retención y modificación** de las características de las especies”* (Morgan, 1998).

Así mismo, teniendo en cuenta los elementos de la teoría de sistemas, es observable el hecho de que las organizaciones no están en una lucha constante con su entorno ni se encuentran separadas de éste, sino que, por el contrario, existen relaciones de cooperación y asociación como en el caso de los gremios y las *joint ventures*. Según Morgan, la ecología (natural y organizacional) ha señalado que la evolución no solo se da en una especie en particular, sino en todo el conjunto (el ecosistema, las organizaciones y su entorno), por lo que el trabajo ha de orientarse a favorecer nuevas formas de interacción y relaciones de colaboración para que el sistema total se adapte y sobreviva a condiciones cada vez de mayor complejidad.

La metáfora de la organización como ser vivo permite una apertura de pensamiento y la identificación de soluciones creativas para problemas complejos de las empresas. Además, *“recalca la virtud de la forma orgánica de la organización en los procesos innovadores”* (Morgan, 1998). Empero, esta metáfora tiene la desventaja de conducir a una imagen de organización social concreta, como en el caso de los seres vivos, lo cual es difícil en la práctica, puesto que su estructura y límites muchas veces no son tangibles. Igualmente, no siempre es claro que las organizaciones, como los organismos, tengan una unidad de sus subsistemas que se orientan al mismo fin: es más habitual el conflicto y el trabajo individualista de cada departamento, en búsqueda de sus propios fines sin tomar en cuenta los globales.

4.1.3 Gerencia inmunológica

Recientes estudios (Varela y Coutinho, 1991, citado en Capra, 1998) muestran que el sistema inmunológico es similar a una red cognitiva y autónoma que se autoorganiza y se autorregula, cuya tarea principal es mantener la identidad molecular del cuerpo, mientras que su efecto secundario es la actividad defensiva. Los anticuerpos que circulan por

el organismo se enlazan con muchos tipos de células, incluyéndose a sí mismos. Cuando hay una invasión de moléculas extrañas, éstas perturban la red inmunológica desencadenando cambios estructurales. La respuesta correspondiente no es la destrucción automática de las moléculas invasoras, sino la regulación de sus niveles.

Basado en los procesos homeostáticos, el sistema inmunológico encuentra la analogía con la organización en su capacidad y flexibilidad de actuar frente a cambios en el medio ambiente. Todos los organismos saludables tienen procesos de control, siendo estos procesos distribuidos; si el sistema inmunológico tuviera que pedir permiso para actuar, la infección se propagaría por todo el organismo. La esencia del control orgánico es la capacidad para conservar equilibrios internos que son cruciales para la estabilidad y el crecimiento. En el cuerpo humano un sinnúmero de procesos de control, regulan la temperatura, la presión sanguínea, las pulsaciones, los niveles de oxígeno, el equilibrio físico y la propagación de las enfermedades. Para Pauli (1997) la gerencia inmunológica se puede interpretar como un sistema que contiene en sí mismo toda la información necesaria para reconocer determinado problema (un virus, por ejemplo, que puede perdurar aun durante varias generaciones, y para el cual el sistema inmunológico puede contener una respuesta selectiva y específica), capaz de decidir cómo actuar y que permite tomar decisiones en forma rápida y acertada. El sistema inmunológico, además de ser autoorganizador, es un modelo de gerencia descentralizada y de *empowerment*.

4.1.4 Otros aportes biológicos al entendimiento de la organización y su gestión

Finalmente, cabe resaltar otros avances recientes en torno a la implementación de elementos de las biociencias en la gestión, que deben ser considerados en el marco de la gestión y direccionamiento de la variable tecnológica:

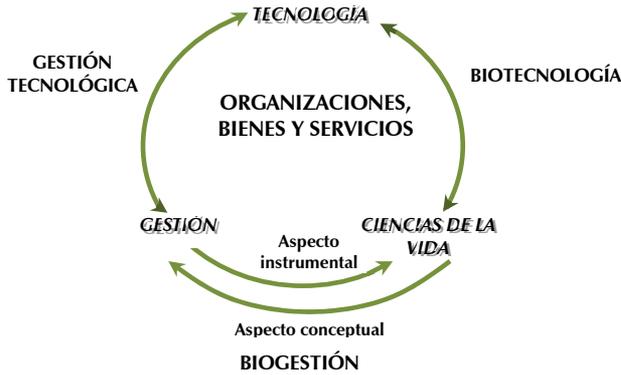
- **Gerencia genética:** en la metáfora planteada por Montoya (1999), se estructura la propuesta de un modelo que busca relacionar la naturaleza de las funciones de transmisión, codificación y almacenamiento de la información genética con los procesos de gestión y dirección en las organizaciones. Es posible hacer la metáfora porque el sistema genético, que maneja la información de un organismo, la define como un signo o conjunto de signos que impulsan a la acción, lo cual a su vez puede ser base de un modelo para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre en una organización.

La metáfora genética pretende que la mayor cantidad de información esencial (el genotipo de la organización) se ponga a disposición de los empleados, para que ellos, de acuerdo con las condiciones del ambiente, puedan tomar decisiones y hacer los cambios que permitan el crecimiento de la empresa. Por otra parte, para cambiar el fenotipo de la organización (su presencia en el exterior con productos, imagen, servicios, etcétera) son necesarias técnicas de aprendizaje. De esta manera, la importancia de la gerencia genética radica en la posibilidad de generar un cambio de cultura pasando de enfoques verticales y dominantes a enfoques participativos y motivadores (Montoya, 1999).

- **Biogestión:** este concepto formulado por Castellanos y Montoya (2001), relaciona la gestión y las ciencias de la vida, enlazándolos en el desarrollo tecnológico y empresarial.

En este marco de referencia, los autores proponen integrar diferentes aspectos de las teorías administrativas, la tecnología y los conceptos y sistemas de las ciencias biológicas, planteando una forma conceptual interdisciplinaria y “con carácter transversal para interactuar y servir como instrumento metodológico y articulador coherente de desarrollos actuales como el biocomercio, la biopropectiva, la bioética y la bioseguridad, entendidos en contextos estructurados”. En este sentido, la biogestión se orienta a las organizaciones que emplean elementos biológicos en sus sistemas productivos, específicamente las empresas biotecnológicas, de tal manera que logren una eficaz gestión de este tipo de tecnologías de gran desarrollo en la actualidad.

Figura 4-1. Papel de la Biogestión en las organizaciones y los procesos productivos



Fuente: Castellanos y Montoya (2001)

La interacción entre gestión y ciencias de la vida está compuesta por el enfoque conceptual y el instrumental (Figura 4-1); el primero se manifiesta al aplicar cualquier concepto de la biología y áreas afines en el desarrollo de la gestión, mientras el segundo consiste en la aplicación de instrumentos de gestión a los procesos biotecnológicos, como componente esencial de un adecuado paquete tecnológico que integre las tecnologías dura y blanda.

- **Sistemas autopoieticos:** trabajos de Zeleny (1997; 2001; 2006) se enfocan en la auto-gerencia, la autosostenibilidad y la autonomía, como los tres requisitos de una empresa exitosa y autosostenible. Zeleny se refiere a los nuevos modos organizacionales en donde resulta vital, más que las jerarquías, el establecimiento de un patrón de redes horizontales de agentes autónomos, orientadas a los mercados. Además de su capacidad de autoproducción, estos nuevos sistemas se comportan como amebas, es decir, son capaces de adaptarse a las circunstancias cambiantes tanto en tamaño, como en forma, funciones e interacciones.

Zeleny entiende los distritos industriales y los *clusters*, especialmente aquellos conformados por pequeñas y medianas industrias, como sistemas orgánicos con la dinamicidad propia de los seres vivos, por lo cual no pueden ser analizados solo a partir de métodos como el análisis de redes sociales y la teoría de grafos; por tanto, propone un modelo sobre los procesos de producción, renovación y adaptación de estos conglomerados, basa-

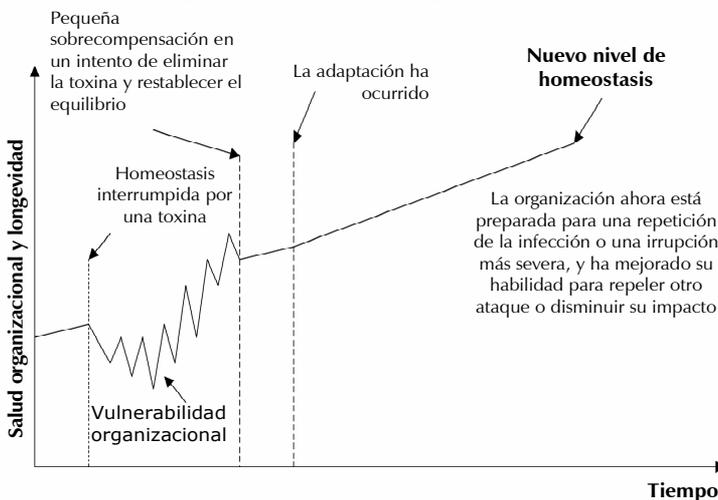
do en la autopoiesis (autoproducción) de los sistemas vivos. Adicionalmente, describe un ciclo autopoietico para la transición del conocimiento a la sabiduría.

▪ **Evolución directa:** es una herramienta dentro de la biotecnología y la ingeniería enzimática para lograr mejores desempeños en la actividad de las enzimas como catalizadores de procesos industriales, a través de la mutación³⁶ de algunos de los genes de los organismos que las producen. Se establece una relación entre la biología y la teoría organizacional comparando la organización con el organismo, las rutinas con las enzimas, las leyes y procedimientos con los genes y los cambios en los procedimientos con la mutación (Porath, 2003). Estas comparaciones podrían llevar a nuevas estructuras organizacionales y procesos adaptados a nuevos y más exigentes ambientes.

Se busca trasladar a la empresa el proceso biológico de mutación que permite un cambio en determinadas áreas del genoma (colección completa de genes de un organismo), dejando fijas otras partes que no sufren mutación. Así, los mutantes tendrán las mismas características de la parte fija y sólo diferirán en la sección mutada. Una vez se compruebe las ventajas de las nuevas características de los mutantes, podrán ser asignadas a la parte fija original para ser perfeccionada en un proceso evolutivo iterativo.

▪ **Hormesis:** hace referencia al hecho de que, en bajas dosis, muchas de las toxinas conocidas (así como la radiación) no resultan dañinas sino que, por el contrario, generan efectos favorables en la salud. Al establecer la analogía con la organización, Pech y Oakley (2005) enfatizan en el proceso que este fenómeno ocasiona (ver Figura 4-2), donde se afecta el equilibrio (homeostasis), se presenta una leve sobrecompensación ante este cambio, se restablece el equilibrio y la organización logra adaptarse al nuevo entorno.

Figura 4-2. Hormesis organizacional



Fuente: Pech y Oakley (2005)

³⁶ Alteración producida en la estructura o en el número de los genes o de los cromosomas de un organismo transmisible por herencia. Diccionario de la RAE (disponible en: <http://www.rae.es/>)

Para concluir este primer acápite puede plantarse que, si bien las analogías empleadas y los conceptos foráneos no han pretendido explicar el funcionamiento de la organización en su totalidad, puesto que en muchos casos los procesos organizacionales discrepan de los biológicos, los mecánicos y otros que han sido tomados en cuenta para el desarrollo de la gestión, sí han constituido formas más amplias de ver y analizar las organizaciones para mejorar su desempeño.

4.2 APORTES DE LAS BIOCENCIAS A LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

Con el fin de identificar los aportes de las ciencias biológicas a la gestión de tecnología, se realizó un estudio cuantitativo en dos contextos: en el caso de los países desarrollados se tomó la información de los registros de artículos científicos publicados en revistas indexadas en el nivel internacional y accesibles a través de las bases de datos *Scopus* y *ScienceDirect* con las que cuenta el Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia – Sinab. Para Latinoamérica, el análisis se basó en la información obtenida en las memorias de los siguientes eventos: Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC: 2001, 2003 y 2005; Simposio de Gestión de Innovación Tecnológica SIGITEC: 2002 y 2004; Congreso Anual de Investigación en Ciencias Administrativas ACACIA: 2002, 2004, 2005 y 2006; Taller Internacional sobre Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa INTEMPRES: 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2006.

En el caso colombiano se hizo una revisión de la información disponible en la Red Scienti de Colciencias sobre grupos de investigación y en los catálogos bibliográficos de las universidades colombianas consultados a través del Sinab. Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes párrafos.

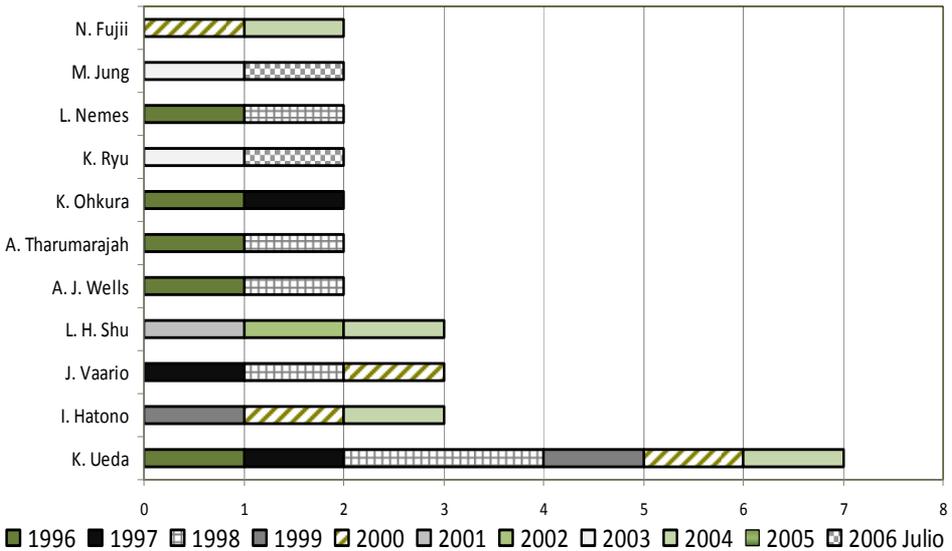
4.2.1 Incidencia de las biociencias en gestión tecnológica en los países industrializados

El análisis en el contexto de los países desarrollados se hizo para el periodo enero de 1996 – julio de 2006 y los resultados se agruparon en tres categorías que señalan los principales campos en los cuales puede observarse la incidencia de las biociencias en la gestión tecnológica, las cuales fueron definidas de acuerdo con los términos empleados en las ecuaciones de búsqueda: conceptos biológicos en gestión tecnológica, atributos de la vida aplicados a la gestión tecnológica y procesamiento inteligente de información.

- **Conceptos biológicos en gestión tecnológica.** Los artículos encontrados en esta categoría son relativamente pocos en el periodo analizado (30 en total), sin una tendencia definida en la dinámica de publicación, pero cabe resaltar que en el año 2002 se presentó la mayor cantidad de artículos, que se divulgaron en una sola revista —*IEEE Intelligent System and Their Applications*—, cuya edición de tal año tuvo énfasis en la relación entre las ciencias de la computación y la biología. Otras revistas destacadas son *CIRP Annals Manufacturing Technology*, *Computers in industry*, *Journal of Intelligent Manufacturing* y *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*.

Entre los autores más destacados en la categoría de los conceptos biológicos aplicados a la gestión tecnológica (ver Figura 4-3) se encuentran los investigadores Ueda, Fujii, Ohkura, Vaario y Hatono de la Universidad de Kobe en Japón, quienes han desarrollado varios trabajos [como Ueda et al. (1997; 2000; 2001; 2002), Fujii et al. (2003; 2004) y otros] orientados a los Sistemas Biológicos de Fabricación (*Biological Manufacturing System*)³⁷, cuyo modelamiento se inspira en el comportamiento, atributos y estructuras de los organismos vivos. Estos sistemas se caracterizan por su habilidad para actuar espontáneamente, por su autonomía, adaptabilidad, aprendizaje y cooperación.

Figura 4-3. Autores con mayor cantidad de publicaciones en conceptos biológicos y gestión tecnológica



Fuente: Universidad Nacional De Colombia, cálculos basados en la información de la BdD: Scopus® y ScienceDirect®; cobertura 01/1996 - 06/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

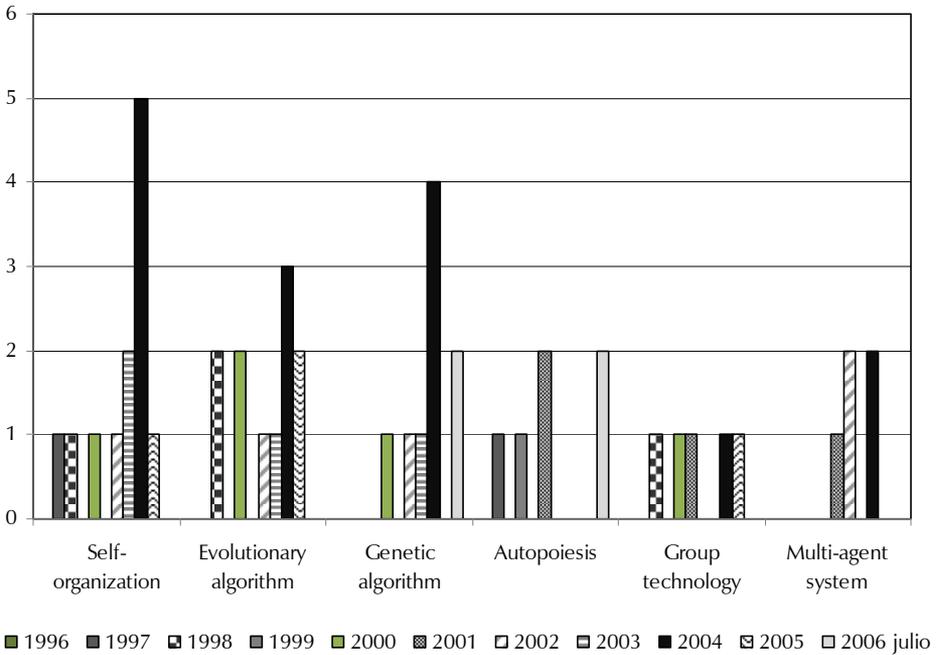
Por su parte, Tharumarajah, Wells y Nemes, de la división *Manufacturing Science & Technology*, de la *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation – CSIRO* en Australia trabajan alrededor de diferentes tipos de manufactura relacionados con conceptos biológicos (Tharumarajah et al., 1996; 1998; Tharumarajah, 2003), específicamente con características de adaptabilidad y flexibilidad, proponiendo términos como manufactura biónica (*Bionic manufacturing*), manufactura holónica (*Holonics manufacturing*), concepto que se basa en la cooperación de entidades autónomas, y sistemas fractales de ma-

³⁷ En Japón se ha creado un grupo (integrado por Fuji, Fujitsu, Honda, Komatsu, Sony y las Universidades de Kobe y Kyoto) que lidera un proyecto sobre Sistemas Biológicos de Manufactura – BMS, con el objetivo de investigar la utilidad de imitar, dentro de un sistema de manufactura, la autoorganización y la optimización evolutiva de un sistema biológico. En este proyecto el sistema de manufactura se toma como un organismo que puede responder a estímulos externos y crear productos, y que además contiene “información genética” que lo describe (Mill y Sherlock, 2000).

naufactura (*fractal manufacturing system*), inspirados en la estructura fractal de la proteína [este último tipo de manufactura también es trabajado por Ryu *et al.* (2003; 2006)]. Adicionalmente Vakili y Shu (2001), Hacco y Shu (2002) y Mak y Shu (2004) de la Universidad de Toronto, presentan el concepto de *Biomimética*, que hace referencia a la utilización de analogías biológicas para el diseño en ingeniería.

- **Atributos de la vida aplicados a la gestión tecnológica.** En esta categoría se trabajó con 142 artículos, cuyo pico de publicación ocurrió en el año 2004 con 32 registros, aunque se mantuvo una producción prácticamente constante durante el periodo 1996 – 2006. En la Figura 4-4 se observa la dinámica de las palabras clave más citadas en este grupo de artículos durante el periodo analizado.

Figura 4-4. Principales áreas de los artículos sobre atributos de la vida aplicados a la gestión tecnológica



Fuente: Universidad Nacional De Colombia, cálculos basados en la información de la BdD: Scopus® y ScienceDirect®; cobertura 01/1996 - 06/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

Se aprecia en la Figura 4-4 que en el año 2004 las palabras autoorganización, algoritmo evolutivo y algoritmo genético presentan un crecimiento importante y son las áreas en que se ha dado una mayor continuidad en la publicación de artículos. La autoorganización es abordada por los autores y trabajos ya referenciados de la Universidad de Kobe (Japón). En cuanto a los algoritmos genéticos y evolutivos, los artículos tratan el autoaprendizaje como una de sus características principales.

Otros conceptos biológicos que se identifican en los artículos ubicados dentro de la categoría de atributos de la vida y la gestión tecnológica, se relacionan con la teoría de la evolución, tales como adaptación, equilibrio y selección, empleados en el análisis del cambio tecnológico. Así mismo, los artículos hacen referencia a la tecnología como un sistema complejo adaptativo, a la utilización de algoritmos genéticos adaptativos, al aprendizaje de máquina, y aparece en la literatura el término *pronoia organizacional* formulado por investigadores del Instituto tecnológico de Rochester en Estados Unidos (Jassawalla y Sashittal, 1998) para denominar la capacidad de adaptación de las organizaciones que facilite el proceso de transferencia de tecnologías.

Por su parte, los investigadores del Politécnico Di Bari de Italia, Maione y Naso (2001; 2002; 2003; 2004) trabajan en conjunto en un tema denominado *agentes inteligentes autónomos* en sistemas heterárquicos (en red) de manufactura. Así mismo, Ren *et al.* (1997; 1999), Lei *et al.* (2000) y Cheraghi *et al.* (2004) han escrito artículos relacionados con modelos inspirados en la autoorganización para proveer a los sistemas de manufactura integrados por computador un desarrollo continuo y una capacidad de adaptación al ambiente. Finalmente, los trabajos de McCarthy *et al.* (1997), McCarthy (2003) y Rose-Anderssen *et al.* (2005) de la Universidad de Sheffield en el Reino Unido, muestran cómo la ciencia de los sistemas complejos proporciona un marco conceptual para entender el proceso de innovación dentro de las organizaciones, además presentan una interesante clasificación de los sistemas de fabricación inspirada en la teoría de la selección natural y en una rama de la biología que determina las relaciones evolutivas entre los organismos a través de las semejanzas compartidas, denominada *cladística*.

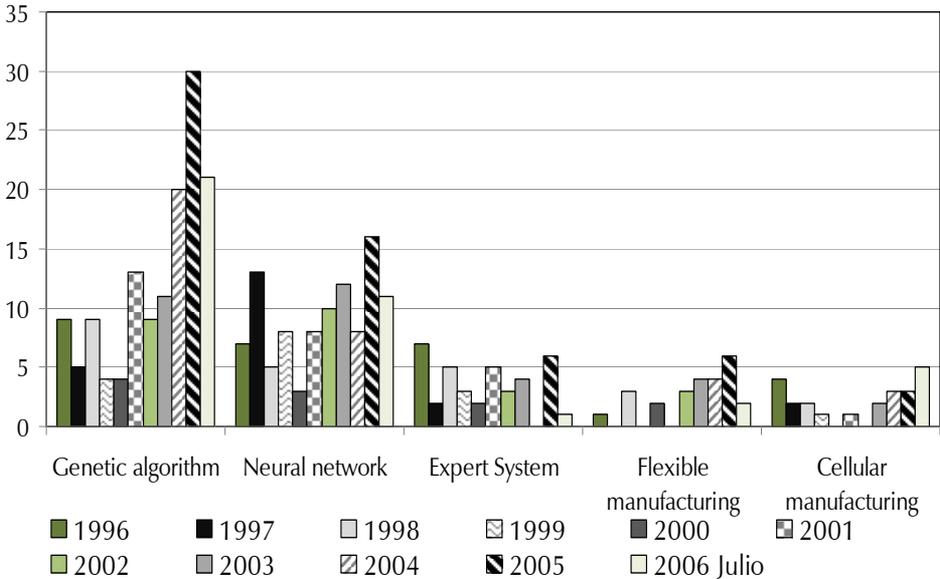
El procesamiento inteligente de información, fue la categoría que obtuvo la mayor cantidad de artículos: 684 en total. Las temáticas principales que se abordan en estos trabajos se detallan en la Figura 4-5. Se evidencia la dinámica que han tenido las cinco palabras clave de mayor citación en los artículos revisados, notándose que en 2005 la mayoría presentó un aumento significativo en su frecuencia de aparición. Además, se observa una tendencia creciente en temas como algoritmos genéticos, redes neuronales, manufactura flexible y manufactura celular.

Entre los autores más destacados se encuentran L. Choy, W. B. Lee (Hong Kong Polytechnic University) y V. Lo (Honeywell Consumer Products, Hong Kong) quienes han escrito varios artículos relacionados con sistemas inteligentes de gerencia (Choy *et al.*, 2002a; 2002b; 2003b; 2003c; 2003a; 2004a; 2004b; 2005). Las publicaciones se enfocan en la introducción de sistemas inteligentes en los procesos productivos y organizacionales, los cuales facilitan el manejo de información y soportan la toma de decisiones, por otra parte, se trabaja la inteligencia artificial y se aplica un conjunto de herramientas como los sistemas expertos y los agentes inteligentes a la manufactura, proponiendo de esta manera el término manufactura inteligente.

Se resaltan otros autores como Ip *et al.* (2003) con trabajos relacionados con aplicaciones de algoritmos genéticos y redes neuronales, así como Brezonick y Balic (2001) y Brezocnik *et al.* (2003; 2004) de la Universidad de Maribor en Eslovenia, quienes mane-

jan el tema de sistemas de manufactura flexible y sistemas inteligentes resaltando características como la autoorganización, la adaptación eficiente y la evolución. Adicionalmente están Mak y Wong (2000), Mak *et al.* (2000) y Mak y Shu (2004), que centran sus publicaciones en la utilización de algoritmos genéticos en el diseño, planeación y optimización de sistemas de manufactura celular.

Figura 4-5. Dinámica de áreas relevantes en procesamiento inteligente de información



Fuente: Universidad Nacional De Colombia, cálculos basados en la información de la BdD: Scopus® y ScienceDirect®; cobertura 01/1996 - 06/2006, Software de Análisis Microsoft Excel®

En general, los artículos que abordan el tema de algoritmos genéticos, se orientan a su uso para optimizar procesos de manufactura, planeación y programación de la producción, presentándose una tendencia marcada hacia la utilización de este tipo de algoritmos en el diseño de sistemas de manufactura celular; dichos sistemas corresponden a un nuevo enfoque de la manufactura que se caracteriza por agrupar las máquinas de tal forma que una familia de productos pueda ser procesada en el mismo grupo de máquinas o célula; de esta manera el algoritmo genético es utilizado para reducir al mínimo los movimientos, definir la secuencia de las operaciones, establecer el tamaño máximo de la célula, entre otras aplicaciones.

Los trabajos sobre la aplicación de redes neuronales tratan sobre el diseño y optimización de los sistemas de manufactura descritos anteriormente, y también sobre el control de calidad en procesos, específicamente la detección de defectos en la manufactura.

4.2.2 Papel de las biociencias en países de América Latina

A partir de la revisión de los trabajos de los eventos mencionados anteriormente, se encontró que en el contexto latinoamericano son muy escasos los desarrollos en torno a las posibles relaciones entre las biociencias y la gestión tecnológica. A continuación se reseñan algunos trabajos que, si bien no presentan una relación explícita entre biología y gestión tecnológica, constituyen una primera aproximación.

En la propuesta de Astudillo (2002) se comparan los sistemas biológicos basados en la selección natural con los sistemas humanos y socioculturales para ejemplificar la evolución de las organizaciones. Las metáforas de la evolución biológica y de la complejidad y el caos sirven para el propósito de describir a la organización coevolutiva, denominada así al considerar que esta cambia a la par de los fenómenos evolutivos de la biología, la economía, la cultura y la tecnología, los cuales, como variables del macroambiente, se desarrollan en forma conjunta. Por tanto, se plantea que las organizaciones tienen que modificar sus principios y su práctica de gestión para que puedan adaptarse a la nueva ola de la información que caracteriza actualmente su entorno.

La ponencia de Velarde (2005) hace referencia a la teoría evolutiva como base en la investigación de la innovación tecnológica de las empresas, para lo cual intenta identificar las características de dicha teoría que puedan ser aplicables al estudio de pequeñas y medianas empresas, evidenciando que puede hablarse de dos corrientes o subconjuntos: la biológica y la del cambio técnico, siendo su principal diferencia la innovación. En este sentido, y considerando que el término evolución puede ser usado para diferentes situaciones, ya que además de cambio puede significar aprendizaje, los autores observan que la teoría evolutiva del cambio técnico es la que mejor podría adaptarse para estudiar la innovación en PYMES, considerando además que *"Investigadores de las distintas disciplinas que han trabajado en el estudio del progreso tecnológico afirman que el avance tecnológico ocurre a través de un proceso evolutivo y de ahí han partido varias teorías evolutivas como la teoría del aprendizaje organizacional, la teoría evolutiva del crecimiento, la teoría económica evolutiva, la teoría basada en recursos y capacidades y la teoría evolutiva de la innovación tecnológica"* (Velarde, 2005).

Los trabajos de Flor y Oltra (2001), Quevedo y Pérez (2001) y Vega et al. (2005) se enmarcan en el pensamiento evolucionista en el mismo sentido del artículo reseñado en el párrafo previo, y se centran en el análisis de la capacidad de absorción de las organizaciones, entendida en la economía del cambio tecnológico y en el aprendizaje organizacional, como la habilidad de la empresa para reconocer el valor de una nueva información externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales; además, se busca en estos trabajos lograr la medición de dicha capacidad y su efecto en la innovación tecnológica.

Por otra parte, la investigación de Brito y Lascarís (2001), pretende analizar la innovación para determinar las condiciones que la propician empleando diagramas de fases como los utilizados en procesos químicos. Este tipo de diagrama es muy útil en los casos en que el sistema está formado por varios componentes y diversas fases, es decir, cuando se trata

de un sistema heterogéneo. Así mismo, los autores recalcan que estos estudios se aplican generalmente a sistemas en equilibrio, aunque pueden ser extendidos a sistemas fuera de él. Por ello, suponen que el sistema de innovación tecnológica está en equilibrio puesto que sus componentes y fases cambian en intervalos de tiempo muy largos comparados con el periodo de interacción, *“en particular, por tratarse de un proceso que requiere sustentarse en capacidad y desarrollo científico tecnológico —lo cual lo dimensiona en el largo plazo— y en general, por ser un proceso de base sociocultural”*.

Con este estudio, los autores buscan resaltar la importancia de generar mecanismos de interacción entre las organizaciones y su entorno (otros sistemas), para hacer eficiente la capacidad específica de relacionarse que posee cada uno de ellos. Los volúmenes de innovación que se esquematizan en los diagramas de fases que permiten detectar en forma inmediata y visual las capacidades sobre las cuales es necesario trabajar en cada entorno para aumentar las posibilidades de éxito de un proceso innovador.

Por otra parte, cabe mencionar que, luego de consultar la información disponible sobre grupos de investigación de la Red Scienti de Colciencias y los catálogos bibliográficos de veinte universidades colombianas a través del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional, **en Colombia tampoco fue posible identificar algún avance respecto a las biociencias en gestión tecnológica.**

A partir de lo anteriormente expuesto, puede concluirse que es muy poco el desarrollo en torno a las contribuciones de las ciencias biológicas a la gestión tecnológica en Latinoamérica, considerando que, si bien no ha sido posible en este trabajo revisar toda la literatura disponible en la región sobre gestión de la tecnología, sí se han tomado en cuenta los trabajos recientes divulgados en los eventos más representativos en este campo. Por ello, también cabe anotar que el tema en torno al cual se estructuró la presente investigación puede representar un aporte valioso en este sentido, lo que ya fue reconocido cuando se sustentaron algunas ponencias en México y Argentina (Jiménez *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2007) basadas en los resultados de este estudio.

4.3 PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA A PARTIR DEL APORTE DE LAS BIOCIENCIAS

La gestión organizacional ha sido complementada por aportes de otros campos, lo cual ha contribuido a entender y mejorar procesos que finalmente redundan en la productividad y competitividad de las organizaciones. La gestión de tecnología también se ha fortalecido por aportes similares, reconociendo la trascendencia de la información y el conocimiento en la más reciente generación de su desarrollo, dada su especificidad y delimitación respecto a otras ramas de la gestión organizacional, sin obviar la necesaria interdependencia y comunicación con las demás áreas y funciones de la empresa, así como el carácter estratégico del factor tecnológico, que va más allá de las actividades netamente funcionales, centrándose en un enfoque de largo plazo y la orientación de los esfuerzos hacia el logro de los objetivos organizacionales dentro del marco del mejoramiento continuo.

En este sentido, se identifican tres aspectos en los cuales se considera más relevante el aporte de las biociencias a la gestión tecnológica y hacia los que se enfocan sus perspectivas de desarrollo: aprendizaje a partir de la contribución de la visión sistémica, empleo de analogías y metáforas, y desarrollo de procesos de inteligencia.

4.3.1 Aprendizaje a partir de la contribución de la visión sistémica

En la tercera generación de desarrollo de la gestión tecnológica, la tecnología se encuentra firmemente arraigada a la estructura organizacional y a los objetivos corporativos, ya que se ha integrado de manera sistémica a la empresa y su gestión se constituye en la función a través de la cual el subsistema tecnológico se interrelaciona con los demás subsistemas organizacionales. Así, como en los procesos biológicos —cuya evolución implica crecimiento e incremento de la complejidad—, la característica de dicha interrelación es la transmisión de información. De igual manera, debido al carácter cada vez más complejo de la variable tecnológica, para su adecuada gestión se hace gradualmente más necesario acudir a otros campos de conocimiento, por tanto, la biología se convierte en una opción válida si se toma en cuenta que la evolución social, intelectual y tecnológica es la continuación de la evolución biológica por otros medios (Devezas, 2005).

La influencia de la Teoría de Sistemas en la gestión tecnológica es directa, ya que facilita la atención oportuna y en las mejores condiciones de las exigencias de las organizaciones productivas y de los mercados. Como un caso concreto de aplicación de estos principios, pueden citarse los sistemas biológicos de manufactura, cuya capacidad de autoorganización y adaptabilidad les permiten responder rápidamente a los cambios propios y de su entorno, como la falla de una máquina o los nuevos requerimientos de los clientes, para lo cual resultan fundamentales las funciones de retroalimentación y homeostasis. La primera asegura el flujo de información que modifica las entradas al sistema a partir de las salidas y de la respuesta de los clientes frente a estas, y la segunda garantiza el retorno al equilibrio del sistema cuando lo anterior sucede o uno de sus componentes se deteriora.

Los procesos de comunicación del subsistema de gestión tecnológica con el resto de la organización favorecen el cumplimiento de las funciones de este, ya que requiere información de los demás subsistemas para realizar diagnósticos tecnológicos e identificar los requerimientos de tecnología junto con las capacidades y competencias disponibles en cada uno de ellos, con el fin de proponer acciones a los subsistemas responsables del direccionamiento estratégico de la organización global. Así mismo, es fundamental la retroalimentación del entorno organizacional, puesto que el subsistema de gestión tecnológica necesita permanentemente información de los mercados, los proveedores de tecnología, la competencia y las políticas de desarrollo tecnológico de los países.

Si bien la gestión tecnológica tiene gran injerencia en el subsistema de producción, por ser la tecnología dura uno de los soportes de los procesos productivos, la perspectiva en cuanto a su papel es su trascendencia a los demás subsistemas de la empresa, interactuando de forma dinámica con cada uno de ellos para hacer de la tecnología (blanda y dura) una fuente generadora de ventajas competitivas. Adicionalmente, la visión sistémica de la gestión tecnológica debe satisfacer la expectativa que en la actualidad tiene una

gran cantidad de movimientos y entidades debido a la creciente preocupación por el ambiente, que es la de comprender que los sistemas de producción, como los sistemas vivos, no son lineales sino cíclicos, lo cual implica que no deben generar residuos (Capra, 1998), y conlleva su sostenibilidad. Entonces, la gestión de la tecnología requiere tener dentro de sus prioridades, el adecuado manejo y reutilización de los desechos de cada subsistema en la organización por parte de ellos mismos o garantizar dicho reciclaje en otros sistemas del entorno.

4.3.2 Empleo de analogías y metáforas

El potencial de aplicación de conceptos biológicos en la gestión de tecnología es amplio, considerando que las tecnologías basadas en computador y, en general, las tecnologías de información han avanzado de forma importante en este tipo de vínculo, y además constituyen una de las bases del direccionamiento del factor tecnológico en la actualidad, como aspecto fundamental de la toma de decisiones y la gestión del conocimiento. En este sentido, se evidencia la aplicación de una perspectiva incluyente³⁸ (Holsapple, 2005), que plantea la existencia de límites muy permeables entre la gestión del conocimiento y las tecnologías de información, y atribuye el valor de cada uno de estos factores a la contribución que hace al desarrollo del otro.

Además, como lo afirma Rosenthal (2003), ha surgido una nueva base tecnológica que ha transformado radicalmente la actividad humana y que ha sido llamada la revolución informacional, la cual está asociada a la explosión de capacidades para el manejo, generación, procesamiento, transmisión y presentación de la información, debido a la difusión de las TICs (tecnologías de información y comunicación).

En este sentido y en relación con la visión sistémica de la gestión tecnológica, están las perspectivas de su complementación con las biociencias en lo referente a la función de producción en la empresa, lo cual fue evidenciado en la revisión que se presentó previamente. Una de las razones para lograr esta vinculación es el hecho de que, al igual que los sistemas biológicos, la fabricación de productos involucra procesos y entidades que pueden considerarse como sistemas complejos, como el caso del diseño y la planeación de la manufactura. Mill y Sherlock (2000)³⁹ indican que ha existido interés en usar analogías biológicas como una ruta para entender e implementar tales sistemas.

Precisamente, uno de los mayores impactos de lo biológico en la gestión de la tecnología está en el nivel de la imitación del comportamiento de los organismos para el desarrollo

³⁸ En contraposición a la **perspectiva excluyente**, que señala la profunda diferencia entre conocimiento —como fenómeno eminentemente humano y social— y tecnología, o la **perspectiva de identificación**, la cual considera que la gestión de la información y la del conocimiento son prácticamente intercambiables (Holsapple, 2005).

³⁹ Estos autores analizaron las analogías del modelamiento de productos como proceso evolutivo, la visión de la empresa y la fabricación en un contexto evolutivo, junto con los sistemas de manufactura como sociedades de insectos, encontrando que son limitadas ya que no aportan explicaciones completas. Sin embargo, concluyen que la aplicación de técnicas biológicamente inspiradas como los algoritmos genéticos y el crecimiento biológico simulado son útiles en el diseño de productos y la planeación de la producción.

de técnicas que apoyen la gestión. Puede hacerse mención de dos casos concretos: las redes neuronales y los algoritmos genéticos. La optimización de procesos y el diseño de sistemas flexibles e inteligentes de manufactura son áreas en las que más se han empleado estas técnicas y, dada su efectividad y desempeño, podría esperarse que esta directa interacción entre la biología y la gestión tecnológica continúe desarrollándose.

Además, cabe mencionar el aporte hecho por la metáfora de la organización como organismo planteada por Morgan (1998), puesto que toma en cuenta el grado de desarrollo tecnológico de la organización y su capacidad de innovación con relación a un tipo de estructura orgánica y flexible, lo que indica que la gestión de tecnología debe incidir sobre este último aspecto para promover el progreso tecnológico de la empresa.

Otros campos que representan nuevas perspectivas para el progreso de la gestión tecnológica son la aplicación de los conceptos de biomimética, pronoiia y evolución directa. El diseño biomimético como una nueva tendencia en el desarrollo ingenieril, cuyo impacto directo está en los sistemas de producción, requiere un conocimiento profundo de la tecnología, amplios conceptos de diseño y de la ingeniería moderna, con base en principios que explican los fenómenos biológicos y su adaptación al diseño de máquinas.

Por otro lado, la pronoiia organizacional es un concepto recientemente planteado que abre posibilidades para profundizar en su investigación, ya que explora alternativas para que las empresas mejoren su adaptación al entorno a través de procesos más rápidos de transferencia de tecnologías, tomando como base la pronoiia como el opuesto a la paranoiia, en la cual se buscan opciones a las dificultades en lugar de permitir que éstas limiten el desarrollo organizacional.

Por último cabe recordar el concepto de evolución directa, el cual puede enfocarse a la gestión tecnológica puesto que, de acuerdo con su autor (Porath, 2003), el proceso de mutación que implica la evolución directa pretende el surgimiento de nuevas organizaciones y no solamente una modificación interior de la existente, por medio del aprendizaje y la variación de sus rutinas internas, pero sin un cambio de estructura. Por ello, las entidades más interesadas en que la evolución directa ocurra serán aquellas que requieran una transformación externa, que se relacionan con empresas de capital de riesgo y programas de cooperación tecnológica, puesto que este tipo de entidades definen proyectos que son financiados por diversas fuentes y en los que confluyen variados intereses, requiriendo para su desarrollo el establecimiento de una estructura nueva y separada de la organización original.

Como se trata de organizaciones con un factor tecnológico de alto peso en sus estrategias globales, será el subsistema de gestión tecnológica el que deberá encargarse de definir qué características novedosas y mejoradas requiere la nueva organización (mutante) de acuerdo con el ambiente en el que se va a desenvolver, así como las rutinas que la regirán, comenzando por su estructura.

4.3.3 Desarrollo de procesos de inteligencia

Como marco de aplicación de los desarrollos respecto a la contribución de las biociencias a la gestión tecnológica, puede identificarse la idea de inteligencia como atributo deseable en los sistemas relacionados con la tecnología en la organización. Así, se observa el caso de los sistemas inteligentes y la inteligencia artificial para el manejo de información y la toma de decisiones, que se soporta en técnicas como las redes neuronales y los algoritmos genéticos.

En su última etapa de desarrollo, la gestión tecnológica tiene una fuerte relación con la gestión del conocimiento, por lo cual la implementación del concepto de inteligencia como analogía con los atributos de los seres vivos hace que la empresa se prepare de manera más adecuada para el contexto actual en la economía basada en el conocimiento. En este sentido, Gomes (2000) señala que un sistema de gestión del conocimiento (SGC) no contiene un sistema de inteligencia tecnológica (SIT), ni viceversa; se trata de dos sistemas que se complementan y potencian la utilización de datos, información y conocimiento, puesto que tienen orígenes y objetivos distintos. La existencia de un SGC facilita el funcionamiento de un SIT en la medida en que suministra procesos de almacenamiento, recuperación y difusión interna a través de redes. Como consecuencia puede darse una mejor exploración de los resultados de la inteligencia tecnológica por el ambiente interno. La existencia de un SIT, por su parte, contribuye al funcionamiento de un SGC, ya que organiza y sistematiza la información y los datos provenientes del ambiente externo.

Adicionalmente, el sistema de inteligencia tecnológica gestiona los flujos de información, orientándose al entorno que rodea a la organización y apoya las acciones con carácter anticipativo, mientras que la gestión del conocimiento se encarga de los flujos de conocimientos internos para que sean compartidos en el interior de la organización y aprovecha la memoria de la empresa (su pasado). En este sentido, ambos enfoques son complementarios (Nordey, 2000; Escorsa *et al.*, 2001).

Un sistema de inteligencia tecnológica se constituye en una relevante fuente de información para la toma de decisiones estratégicas sobre el factor tecnológico. Al caracterizarse por la flexibilidad, la oportunidad y la generación de conocimiento que redundan en la formulación de estrategias, contribuye al desarrollo óptimo de las funciones de la gestión tecnológica. Por tanto, puede contemplarse la posibilidad de que este tipo de sistemas se complementen con los aportes biológicos a través del empleo de las técnicas para optimización basadas en las biociencias (algoritmos genéticos, redes neuronales), y se fortalezca la perspectiva sistémica en la medida en que, por su permanente y vigilante relación con el entorno, aporte al logro de la homeostasis del subsistema tecnológico en la organización y de la organización como tal. De esta forma, se reforzará su condición de inteligencia, como atributo tomado de los organismos vivos.

4.3.4 Consideraciones sobre el aporte de las biociencias a la gestión tecnológica en economías emergentes

Desde el surgimiento de la gestión de tecnología se han presentado brechas en su evolución entre los países en desarrollo y los industrializados, y en el tema específico del apor-

te biológico, este trabajo evidenció que en la región latinoamericana no han existido mayores avances, en oposición a lo ocurrido en las naciones desarrolladas. En los países con economías emergentes de la región, debido al mismo carácter que esta situación les confiere, existen potencialidades mayores y de más fácil explotación para lograr el acortamiento de tales brechas, aprovechando la oportunidad que representa el empleo de elementos biológicos para fortalecer la gestión tecnológica y potencializar los aparatos productivos en búsqueda de una mayor competitividad. Con base en ello, se plantean las siguientes consideraciones respecto a la gestión de tecnología en Latinoamérica y su progreso a partir del aporte biológico, que permitan a las organizaciones de economías emergentes, como la colombiana, afrontar los retos impuestos en la actualidad por la llamada *era del conocimiento*.

Al revisar los trabajos detectados en esta investigación, relacionados con el aporte biológico a la gestión tecnológica en Latinoamérica, se encontró que varios de ellos se orientan hacia la implementación de conceptos de la teoría de la evolución al proceso de innovación. Al respecto, cabe considerar que, como lo afirma Martiarena (2003), la dimensión regional es esencial por la conexión entre aprendizaje, cooperación e innovación, proceso eminentemente social que necesita de la interrelación entre personas y entorno; de igual forma, es fundamental debido a los vertiginosos cambios económicos, fruto de las cíclicas crisis en Latinoamérica, y también a los avances tecnológicos. La identidad cultural, el sentido de pertenencia y la proximidad geográfica son potentes factores para fomentar los intercambios intelectuales, comerciales y financieros que conducen a la innovación. Por lo anterior, resulta fundamental para Latinoamérica continuar con la profundización de estas investigaciones, con el objetivo de facilitar el entendimiento del proceso de innovación en este contexto y generar nuevos mecanismos a través de los cuales las organizaciones y los países consoliden sistemas de innovación como base para la promoción de desarrollos pertinentes a la realidad de las economías emergentes y que se orienten a minimizar las brechas con los países industrializados y a disminuir la dependencia tecnológica.

4.4 CONCLUSIONES

Si bien el aporte a la gestión global ha estado basado, en la mayoría de los casos, en la metáfora y la analogía biológicas para profundizar conceptualmente en el entendimiento de la organización, cuando se analiza dicha contribución en la gestión tecnológica se observa que no tiene la misma orientación, ya que, por lo general, este tipo de comparaciones e imitaciones del comportamiento de los organismos vivos se toma como soporte para el desarrollo de herramientas y técnicas que permiten una mejor operacionalización de este campo de la gestión. Es decir, mientras que el aporte biológico en la gestión organizacional es de carácter conceptual, en la gestión tecnológica es principalmente instrumental. No obstante, puede hablarse de desarrollos conceptuales en torno a términos como manufactura inteligente y sistemas biológicos de manufactura.

Las perspectivas de desarrollo de la gestión tecnológica con base en el aporte de las ciencias son amplias (en especial en los países industrializados que llevan el liderazgo en

este campo) y retoman los principios de la Teoría de Sistemas así como el empleo de analogías y metáforas, tal como ha ocurrido en la gestión organizacional. Adicionalmente se observa una perspectiva relacionada con los procesos de inteligencia, ya que se toma este atributo de los organismos vivos y se aplica a sistemas productivos y a procesos de manejo de información y generación de conocimiento, siendo estas últimas actividades fundamentales en el dinámico y cambiante entorno actual.

De igual forma, puede concluirse que en América Latina es viable avanzar en el fortalecimiento de la gestión tecnológica con elementos biológicos, y puede considerarse la posibilidad de que en la región sí existan investigaciones relacionadas con el tema pero que no se publiquen en medios fácilmente accesibles (por ejemplo, a través de bases de datos o en memorias de eventos reconocidos), lo cual lleva a reconocer que subsisten falencias en cuanto a la visibilidad de los resultados, que no solo afectan a los investigadores en gestión tecnológica sino a la mayoría de los grupos y personas que trabajan en diferentes campos y que aún no han logrado ingresar a los cerrados círculos de las publicaciones que se incluyen en los índices bibliográficos reconocidos.

4.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Aktouf, O., *La administración: entre tradición y renovación.*, Cali: Artes gráficas del Valle., 2001.
2. Alonso, J., Reyna, F., eds., *8ª Reunión sobre Revistas Académicas y de Investigación: las revistas científicas latinoamericanas: su difusión y acceso a través de bases de datos*, México, Dirección General de Bibliotecas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2000, pp. 1-215.
3. Andrade, E., *Analogías entre las teorías de la materia, la evolución biológica y la sociedad.*, Trabajo no publicado., Instituto de Ciencias Naturales., Universidad Nacional de Colombia, s.f., 101 - 122.
4. Ashby, W., *Principles of the self organizing systems.*, Nueva York: Springer, 1947.
5. Astudillo, M. X., *La organización coevolutiva.*, Memorias del VII Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas - ACACIA, México, 2002.
6. Beer, S., *Cibernética y administración.*, México: Ediciones Continental, 1977.
7. Bertalanffy, L., Ashby, W., Weinberg, G., *Tendencias en la Teoría General de Sistemas.*, Madrid: Alianza, 1987.
8. Brezocnik, M., Kovacic, M., Ficko, M., *Prediction of surface roughness with genetic programming.*, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 157-158, No. 1, 2004, pp. 28-36.
9. Brezocnik, M., Balic, J., *A genetic-based approach to simulation of self-organizing assembly.*, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 17, No. 1-2, 2001, pp. 113-120.

10. Brezocnik, M., Balic, J., Brezocnik, Z., Emergence of intelligence in next-generation manufacturing systems., *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 19, No. 1-2, 2003, pp. 55-63.
11. Brito, P., Lascaris, T., El diagrama de fases de la innovación tecnológica, *Memorias del IX seminario latino iberoamericano de gestión tecnológica - ALTEC*, Costa Rica, 2001.
12. Bunge, M., *La ciencia, su método y su filosofía.*, Bogotá: Panamericana, 1996.
13. Capra, F., *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos.*, Barcelona: Editorial Anagrama, 1998.
14. Castellanos, O., Montoya, A., *Biogestión, Revista de Ciencias Administrativas y Sociales - Innovar.*, Vol. 18, No. 2001.
15. Cheraghi, S. H., Sheelavant, R. R. y Liu, W., Adaptive process planning in discrete parts manufacturing environment, *Memorias del IIE Annual Conference and Exhibition 2004*, 2004.
16. Chiavenato, I., *Introducción a la teoría general de la Administración.*, México: McGraw Hill, 2000.
17. Choy, K. L., Lee, W. B., Lau, H. C. W., Lu, D., Lo, V., Design of an intelligent supplier relationship management system for new product development., *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 17, No. 8, 2004a, pp. 692-715.
18. Choy, K. L., Lee, W. B., Lau, Henry C. W., Choy, L. C., A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing., *Knowledge-Based Systems*, Vol. 18, No. 1, 2005, pp. 1-17.
19. Choy, K. L., Lee, W. B., Lo, V., Development of a case based intelligent customer-supplier relationship management system., *Expert Systems with Applications*, Vol. 23, No. 3, 2002a, pp. 281-297.
20. Choy, K. L., Lee, W. B., Lo, V., Design of an intelligent supplier relationship management system: a hybrid case based neural network approach., *Expert Systems with Applications*, Vol. 24, No. 2, 2003a, pp. 225-237.
21. Choy, K. L., Lee, W. B., Lo, V., An intelligent supplier relationship management system for selecting and benchmarking suppliers., *International Journal of Technology Management*, Vol. 26, No. 7, 2003b, pp. 717-742.
22. Choy, K. L., Lee, W. B., Lo, V., Development of a case based intelligent supplier relationship management system: Linking supplier rating system and product coding system., *Supply Chain Management*, Vol. 9, No. 1, 2004b, pp. 86-101.
23. Choy, K. L., Lee, W. B., Lo, V., An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing., *Expert Systems with Applications*, Vol. 22, No. 3, 2002b, pp. 213-224.

24. Choy, K. L., Lee, W. B., Lo, V., Design of a case based intelligent supplier relationship management system: the integration of supplier rating system and product coding system, *Expert Systems with Applications*, Vol. 25, No. 1, 2003c, pp. 87-100.
25. Dávila, C., *Teorías organizacionales y administración: Enfoque crítico.*, Bogotá: McGraw Hill, 2001.
26. Devezas, T., Evolutionary theory of technological change: state-of-the-art and new approaches., *Technological forecasting and social change*, Vol. 72, No. 2005, pp. 1137 - 1152.
27. Escorsa, P., Maspons, Ramón y Ortiz, Ivette., *Las unidades de Inteligencia: Conocimiento en el Diseño de Políticas Científicas y Tecnológicas.*, Memorias del IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC., México, 2001.
28. Flor, M., Oltra, M., *Influencia de las capacidades de absorción sobre las actividades innovadoras.*, Memorias del IX seminario latino iberoamericano de gestión tecnológica - ALTEC, Costa Rica, 2001.
29. Fujii, N., Hatono, I., Ueda, K., Reinforcement learning approach to self-organization in a biological manufacturing system framework : Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B., *Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 218, No. 6, 2004, pp. 667-673,
30. Fujii, N., Hatono, I., Vaario, J., Ueda, K., A study on development of line-less production system using self-organization., *Seimitsu Kogaku Kaishi: Journal of the Japan Society for Precision Engineering.*, Vol. 69, No. 6, 2003, pp. 820-824.
31. García, O., *Pensamiento complejo e interdisciplinariedad en organizaciones sociales: vigencia de la concepción sistémica*, *Educere: Revista venezolana de educación.*, Vol. 5, No. 12, 2001, pp. 13 -18.
32. Gomes, C., *Gestão da Informação Tecnológica.*, Brasil: Ministerio de Educación, 2000.
33. Hacco, E., Shu, L. H., Biomimetic concept generation applied to design for remanufacture, *Memorias del ASME Design Engineering Technical Conference*, Vol. 3, 2002, pp. 239-246.
34. Holsapple, C., The inseparability of modern knowledge management and computer-based technology., *Journal of knowledge management*, Vol. 9, No. 1, 2005, pp. 42 - 52.
35. Illera, E., *Anatomía y fisiología de la organización.*, Bogotá: Universidad de la Salle, 1982.
36. Ip, W. H., Huang, M., Yung, K. L., Wang, D., Genetic algorithm solution for a risk based partner selection problem in a virtual enterprise., *Computers and Operations Research*, Vol. 30, No. 2, 2003, pp. 213-231.
37. Jassawalla, A. R., Sashittal, H. C., Accelerating technology transfer: Thinking about organizational pronoia., *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, Vol. 15, No. 2-3, 1998, pp. 153-177.

38. Jiménez, C., Castellanos, O., Fonseca, S., Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la gestión del conocimiento., Consideraciones y retos para Latinoamérica., Memorias del XII Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC, Argentina, 2007.
39. Jiménez, C., Castellanos, O., Morales, M., Perspectivas de la gestión tecnológica de última generación a partir del aporte de las biociencias, Memorias del X Congreso Anual de Investigación en Ciencias Administrativas ACACIA, México, 2006.
40. Lei, L., Wang, W., Ren, S., Liu, W., Research of supply chain decision supporting system based on self-organization., Memorias del World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA), 2000.
41. Maione, B., Naso, D., Evolutionary adaptation of dispatching agents in heterarchical manufacturing systems., International Journal of Production Research, Vol. 39, No. 7, 2001, pp. 1481-1503.
42. Maione, G., Naso, D., Adaptation of multi-agent manufacturing control by means of genetic algorithms and discrete event simulation, Memorias del IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2002.
43. Maione, G., Naso, D., A genetic approach for adaptive multiagent control in heterarchical manufacturing systems., IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans., Vol. 33, No. 5, 2003, pp. 573-588.
44. Maione, G., Naso, D., Modelling adaptive multi-agent manufacturing control with discrete event system formalism., International Journal of Systems Science, Vol. 35, No. 10, 2004, pp. 591-614.
45. Mak, K. L., Wong, Y. S., Genetic design of cellular manufacturing systems., Human Factors and Ergonomics In Manufacturing, Vol. 10, No. 2, 2000, pp. 177-192.
46. Mak, K. L., Wong, Y. S., Wang, X. X., Adaptive genetic algorithm for manufacturing cell formation., International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 16, No. 7, 2000, pp. 491-497.
47. Mak, T. W., Shu, L. H., Abstraction of biological analogies for design, CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol. 53, No. 1, 2004, pp. 117-120.
48. Martiarena, M. L., Los paradigmas de la era del conocimiento: Los sistemas, las regiones y los esquemas de poder., OEI, 2003. Disponible en: <<http://www.oei.es/revistactsi/numero5/articulo6.htm>>
49. Martínez, C., Administración de Organizaciones. Productividad y Eficacia., Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2002.
50. McCarthy, I., Leseure, M., Ridgway, K., Fieller, N., Building a manufacturing cladogram., International Journal of Technology Management, Vol. 13, No. 3, 1997, pp. 269-286.
51. McCarthy, I. P., Technology management: A complex adaptive systems approach., International Journal of Technology Management, Vol. 25, No. 8, 2003, pp. 728-745.

52. Méndez, C., *Metodología de la investigación en ciencias sociales.*, México: McGraw Hill, 1999.
53. Mill, F., Sherlock, A., *Biological analogies in manufacturing.*, *Computers in Industry*, Vol. 43, No. 2, 2000, pp. 153 -160.
54. Montoya, A., *Gerencia genética: Una nueva perspectiva para la organización*, Tesis presentada a la Universidad Nacional de Colombia para optar al grado de 1999.
55. Morgan, G., *Imágenes de la organización.*, México: Alfaomega, 1998.
56. Nordey, P., *Evolution du concept de knowledge management.*, *Neteconomie: Groupe Cyrealis*, 2000. Disponible en: <<http://www.neteconomie.fr>>
57. OCyT., *Las revistas y la construcción de la visibilidad del conocimiento: Los SIR, la visibilidad y la accesibilidad.*, Trabajo no publicado, Observatorio de Ciencia y Tecnología, s.f., 1 - 15.
58. Ortiz, E., Rojas, C., *Fundamentos de computación con ADN.*, *Ingeniería e investigación*, Vol. 40, No. 1998, pp. 25 - 44.
59. Pauli, Gunter, *Upsizing.*, *Ciencia Generativa.*, Manizales: Universidad de Manizales, 1997.
60. Pech, R. y Oakley, K., *Hormesis: an evolutionary "predict and prepare" survival mechanism.*, *Leadership and organization development Journal*, Vol. 26, No. 8, 2005, pp. 673 - 687.
61. Porath, A., *Directed evolution in strategy and management sciences.*, *Foresight*, Vol. 5, No. 3, 2003, pp. 33 - 42.
62. Quevedo, P. y Pérez, C., *Capacidad de absorción: un estudio empírico de la naturaleza de la variable.*, *Memorias del IX seminario latino iberoamericano de gestión tecnológica - ALTEC*, Costa Rica, 2001.
63. Ren, S., Zhang, X. D., Zhang, X. P., *A new generation of decision support systems for advanced manufacturing enterprises.*, *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 8, No. 5, 1997, pp. 335-343.
64. Ren, S., Liu, W., Liu, Z., Dong, J., *Self-organization-basic model for advanced manufacturing systems.*, *Qinghua Daxue Xuebao: Journal of Tsinghua University*, Vol. 39, No. 1, 1999, pp. 87-90.
65. Rose-Anderssen, C., Allen, P. M., Tsinopoulos, C., McCarthy, I., *Innovation in manufacturing as an evolutionary complex system.*, *Technovation*, Vol. 25, No. 10, 2005, pp. 1093-1105.
66. Rosenthal, D., *A nova economia e o paradigma digital*, *Memorias del X Seminario Latino Iberoamericano de gestión tecnológica*, México, 2003.
67. Ryu, K.; Yucesan, E., Jung, M., *Dynamic restructuring process for self-reconfiguration in the fractal manufacturing system.*, *International Journal of Production Re-search*, Vol. 44, No. 15, 2006, pp. 3105-3129.

68. Ryu, K., Son, Y., Jung, M., Modeling and specifications of dynamic agents in fractal manufacturing systems., *Computers in Industry*, Vol. 52, No. 2, 2003, pp. 161-182.
69. Spire, A., *El pensamiento de Prigogine: La belleza del caos.*, España: Editorial Andrés Bello, 2000.
70. Tharumarajah, A., A self-organizing view of manufacturing enterprises., *Computers in Industry*, Vol. 51, No. 2, 2003, pp. 185-196.
71. Tharumarajah, A., Wells, A., Nemes, L., Comparison of the bionic, fractal and holo-
nic manufacturing system concepts., *International Journal of Computer Integrated
Manufacturing*, Vol. 9, No. 3, 1996, pp. 217-226.
72. Tharumarajah, A., Wells, A., Nemes, L., Comparison of emerging manufacturing
concepts., *Memorias del IEEE International Conference on Systems, Man and Cyber-
netics*, No. 1, 1998, pp. 325-331.
73. Ueda, K., Fujii, N., Hatono, I., Kobayashi, M., Facility layout planning using self-
organization method., *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 51, No. 1,
2002, pp. 399-402.
74. Ueda, K., Hatono, I., Fujii, N., Vaario, J., Reinforcement learning approaches to
Biological Manufacturing System., *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 49,
No. 1, 2000, pp. 343-346.
75. Ueda, K., Hatono, I., Fujii, N., Vaario, J., Line-less production system using self-
organization: A case study for BMS., *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol.
50, No. 1, 2001, pp. 319-322.
76. Ueda, K., Vaario, J., y Ohkura, K., Modelling of biological manufacturing systems for
dynamic reconfiguration., *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 46, No. 1,
1997, pp. 343-X72.
77. Vakili, V., Shu, L. H., Towards biomimetic concept generation., *Memorias del ASME
Design Engineering Technical Conference*, Vol. 4, No. 2001, pp. 327-335.
78. Vega, J., Fernández, I., Gutiérrez, A., Manjarres, L., Los determinantes de la inno-
vación tecnológica en las empresas: Una aproximación a través del concepto de ca-
pacidad de absorción, *Memorias del XI Seminario Latino Iberoamericano de gestión
tecnológica - ALTEC*, Brasil, 2005.
79. Velarde, E., La teoría evolutiva como alternativa de la investigación de la innovación
tecnológica de las empresas, *Memorias del IX Congreso Anual de la Academia de
Ciencias Administrativas - ACACIA*, México, 2005.
80. Zeleny, M., Autopoiesis and self-sustainability in economic systems., *Human Systems
Management*, Vol. 16, No. 4, 1997, pp. 251-262.
81. Zeleny, M., Autopoiesis (self-production) in SME networks., *Human Systems Mana-
gement*, Vol. 20, No. 3, 2001, pp. 201-207.

82. Zeleny, M., Knowledge-information autopoietic cycle: Towards the wisdom systems, *International Journal of Management and Decision Making*, Vol. 7, No. 1, 2006, pp. 3-18.

CAPÍTULO 5.

LA INTELIGENCIA TECNOLÓGICA COMO CAPACIDAD PARA LA TOMA DE DECISIONES ESTRATÉGICAS

*Luz Marina Torres P., María Elena García V.,
Oscar F. Castellanos D.*

Actualmente la competitividad depende cada vez más de la creación de valor en las organizaciones, basada en la generación de conocimiento, el cual a su vez, debe contemplar los diversos cambios que se generan en el entorno, especialmente en el nivel tecnológico. En este sentido, existe un gran reto para definir mecanismos orientados a la toma de decisiones en la gestión de la variable tecnológica.

En el proceso evolutivo experimentado por la gestión tecnológica en el contexto internacional, se ha evidenciado la necesidad de sistemas de gestión de información para la generación de conocimiento y la creación de estrategia, especialmente en empresas basadas en tecnología. Esta expectativa puede ser abordada convenientemente mediante los sistemas formalizados de inteligencia, para identificar capacidades tecnológicas y asimilar los cambios del entorno. Estos sistemas se plantean entonces, con el objeto de incorporar y fortalecer adecuadamente la variable tecnológica en el sistema productivo y empresarial permitiendo no solo su gestión sino la generación de las bases para el desarrollo de procesos de innovación.

A continuación se analiza cómo los sistemas de inteligencia tecnológica – SIT se han insertado en la gestión tecnológica, se describen además sus fundamentos conceptuales, estructurales y de aplicación. Posteriormente se identifican los retos que surgen en la implementación de este tipo de sistemas, a través de la experiencia del programa interdisciplinario BioGestión. Finalmente se analizan los posibles aportes que se pueden esperar al introducir el enfoque de la complejidad en la aplicación de los SIT.

5.1 SURGIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA EN LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

Retomando la evolución de la gestión tecnológica en la región latinoamericana y por ende del contexto colombiano, definida en el capítulo 1, se encuentra que desde 1995

hasta la actualidad, se hace énfasis especial en la gestión de la información y su transformación en conocimiento útil, por ser este considerado como el impulsor de la innovación y el desarrollo económico, constituyendo de este modo un desafío al momento de gestionar la variable tecnológica.

En este sentido, es habitual encontrar que en gestión tecnológica se utiliza el término inteligencia, el cual, tal como se abordó en el capítulo anterior, retoma la metáfora biológica y se complementa con elementos cognitivos, conductuales y de interacción individuo-sociedad para la interpretación y aplicación en el ámbito de la gestión del conocimiento y de las organizaciones. Un análisis de la inteligencia desde los puntos de vista biológico, psicológico, educativo y filosófico, permite establecer que la inteligencia se encuentra estrechamente relacionada con el aprendizaje, la experiencia, el conocimiento y el procesamiento de información; por esta razón muchas de las definiciones de inteligencia están ligadas con algunos de estos términos. Sin embargo, no es conveniente traslapar los conceptos información y conocimiento, pero sí es importante tener en cuenta que un adecuado manejo de la primera conduce a lo segundo. Por lo anterior, Castellanos *et al.* (2005) proponen interpretar la inteligencia como un proceso en el cual se obtiene información, que posteriormente debe ser comprendida y asimilada para su transformación en conocimiento útil y con valor estratégico que sea aplicable a un problema o a una situación, teniendo en cuenta factores socio-ambientales que permitan generar planes y estrategias.

Para el manejo y análisis adecuado y pertinente de información endógena y exógena a las organizaciones, desde los años ochenta se han venido implementando sistemas formalizados de inteligencia (Mier, 2003), los cuales tienen como propósito generar conocimiento para la toma de decisiones adecuadas y oportunas. 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 y básicamente consisten en sistemas dinámicos de gestión cuya denominación depende del tipo de información de la que se valen y de los objetivos específicos que cada una desea alcanzar (Castellanos *et al.*, 2005).

Una revisión de casos de implementación de sistemas de inteligencia muestra como pionera a la Sociedad de Profesionales de Inteligencia Competitiva (SCIP por sus siglas en inglés), dedicada a reconocer y difundir esta profesión a escala mundial (Rodríguez, 2003); existen además numerosos casos exitosos de sistemas estructurados de inteligencia en países como Japón, Estados Unidos y algunos otros de Europa, particularmente en las empresas de mayor reconocimiento en el mundo como Microsoft, Procter & Gamble, General Electric, Hewlett Packard, Coca-Cola, Intel, entre otras (Mier, 2003).

En lo que respecta a la investigación en las organizaciones relacionada con la inteligencia tecnológica, se encuentra que existen interpretaciones multifacéticas del término. Lichtenthaler (2003) plantea que hay diferentes escuelas de investigación, dos de ellas son: (1) una que tiene estrecha relación con el *technological forecasting*, la cual estudia en particular el estado de aplicación de métodos individuales; son representantes de esta escuela Bright, Porter y Martino; (2) una segunda que aborda la investigación en inteli-

gencia competitiva tecnológica, la cual estudia principalmente aspectos institucionales de la orientación competitiva de la inteligencia tecnológica; son autores representativos de esta escuela Brockhoff, Lange, Ashton, Stacey, McDonald y Richardson. En el caso del *technological forecasting*, se considera que las metodologías tradicionales tales como *monitoring* y *scanning*, extrapolación de tendencias, opinión de expertos, simulación y construcción de escenarios, han sido redireccionadas con su incorporación en amplias y ricas estructuras integradas con técnicas de inteligencia tecnológica competitiva, evaluación de la tecnología y la innovación y análisis de mercados (Coates et al., 2001).

Sin embargo, algunos autores la llaman Inteligencia competitiva tecnológica y la relacionan estrechamente con la vigilancia tecnológica. Una primera percepción de muy amplia cobertura es la 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 y la perspectiva o predicción de futuros desarrollos y sus consecuencias.

Teniendo en cuenta la existencia de interpretaciones variadas del término inteligencia tecnológica, la siguiente sección comienza por hacer una revisión al respecto para posteriormente presentar la estructura y características de un sistema de inteligencia tecnológica.

5.2 EL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA COMO UNA CAPACIDAD PARA LA TOMA DE DECISIONES

Conceptualmente, la inteligencia tecnológica ha tenido unas condiciones específicas de desarrollo de acuerdo con el país en el cual se aborde el tema y se implemente; sin embargo, los diversos enfoques coinciden en aspectos como: (1) su potencial de aplicación en el direccionamiento estratégico de sectores y de organizaciones, (2) su estrecha relación con el *technological forecasting*, la cual se debe principalmente a que busca establecer las mejores estrategias para enfrentar el futuro tomando en cuenta el estado actual y pasado de la unidad objeto de estudio, (3) su función operativa fundamental de procesar y analizar información y (4) principalmente a que ha surgido como una actividad de seguimiento a la tecnología en los ámbitos que afectan a las organizaciones.

Su estudio e implementación ha tenido desarrollos en países como Estados Unidos, en empresas del sector farmacéutico y equipos de telecomunicaciones, en Europa en estos mismos sectores y en el sector automotriz (Lichtenthaler, 2003), así como en empresas líderes: Motorola, SmithKline Beecham, Clorox y Baxter (Norling et al., 2000). También ha tenido aplicaciones concretas en Brasil y España; es una herramienta naciente en México, particularmente en los sectores farmacéutico y petroquímico, y en Colombia, donde se ha implementado en diversos sectores industriales y en cadenas productivas agroindustriales.

5.2.1 Fundamentos conceptuales para la interpretación del sistema de inteligencia tecnológica

La inteligencia tecnológica como esquema conceptual y metodológico de gestión, tiene diversas corrientes de pensamiento. Para Savioz (2004), la definición de inteligencia tecnológica se enmarca principalmente en dos escuelas de pensamiento. En primer lugar, están los autores que presentan métodos con el objetivo de predecir el desarrollo tecnológico en el futuro. De otro lado, está el intento por el desarrollo de sistemas que permitan periódicamente observar el ambiente tecnológico en el que se mueve la organización con el fin de evaluar el impacto de este.

A la primera corriente, en la cual se concibe a la inteligencia tecnológica como un método para predecir el desarrollo tecnológico en el futuro, pertenecen Porter *et al.* (2004), quienes plantean que es una de la muchas formas que se superponen al pronóstico tecnológico (*technology forecasting*), incluidos el *roadmapping* y la previsión (*foresight*), y es por ello que la clasifican como una familia de las técnicas de análisis de tecnologías futuras-TFA (por sus siglas en inglés), siendo la inteligencia tecnológica una capacidad que se caracteriza por ser suave, es decir que maneja información cualitativa basada principalmente en juicios y en la reflexión del conocimiento tácito, y por su carácter exploratorio, haciendo referencia a la orientación a la extrapolación de las capacidades tecnológicas actuales en lugar de ser percibida como una necesidad futura, como lo es en el caso normativo.

En esta misma corriente, Lang y Mueller (1997), con un fuerte enfoque tecnología-producto-mercado (innovación), mencionan que la inteligencia tecnológica es una herramienta que permite identificar desarrollos tecnológicos a tiempo y surge como un modelo que vincula las necesidades del mercado a la innovación tecnológica, permitiendo distinguir entre campos tecnológicos basados en tecnologías en uso de la compañía y campos tecnológicos de interés, los cuales pueden ser limitados mediante funciones futuras del producto y señales débiles en las tendencias tecnológicas.

A la segunda escuela, que aborda la inteligencia tecnológica como sistemas que permiten periódicamente observar el ambiente tecnológico, pertenece la mayor parte de los autores del tema. López *et al.* (2005) expresan que la inteligencia tecnológica se vincula con el conocimiento relativo a las direcciones predominantes en el desarrollo tecnológico, a la identificación de los principales actores y a las acciones que realizan los competidores en los diversos temas. Por su parte, Lichtenthaler (2003) la concibe como el conjunto de actividades relacionadas con la colección, análisis y comunicación de la información relevante sobre las tendencias tecnológicas que soportan las decisiones tecnológicas y más generales de la compañía, y por tanto afirma que debe ser una aproximación sistémica, aspecto que coincide con Rodríguez y Escorsa (1998), cuando manifiestan que comprenden un trabajo analítico en el tiempo.

Tomando como referencia que en la actualidad las tecnologías desempeñan un papel importante en los negocios, por lo cual es necesario contar con información exacta y extensa sobre qué está pasando fuera de la compañía y de este modo dar soporte a la to-

ma de decisiones tecnológicas y generar una ventaja competitiva, Savioz *et al.* (2001) la interpretan como un modelo sistemático para recopilar, analizar y diseminar la información sobre el ambiente técnico, para encontrar nuevas oportunidades. A la luz de este enfoque, Rodríguez (2001) define la inteligencia tecnológica como un proceso de análisis sistemático del entorno científico y tecnológico basado en un ciclo de adquisición, análisis y difusión de información, que tiene como propósito apoyar la planeación estratégica de la organización, así como tratar de entender y anticiparse a los cambios haciendo una detección temprana de eventos tecnológicos que representan oportunidades o amenazas potenciales para la organización.

En concordancia con lo anterior, Lichtenthaler (2004) concibe la inteligencia tecnológica como una tarea independiente del camino por el que es ejecutada, cuyo objetivo es explotar las oportunidades potenciales y defenderse contra las amenazas potenciales, a través de la entrega rápida de información sobre tendencias tecnológicas en el ambiente de la organización, abarcando las actividades relacionadas con la recolección, análisis y comunicación de información relevante para soportar las decisiones tecnológicas y generales de la empresa.

Mier (2003) considera un componente adicional: la toma de decisiones; establece entonces que la inteligencia tecnológica es una actividad centrada en el seguimiento y el análisis estratégico de los avances científicos y tecnológicos, señala además que la IT implica el conocimiento del ambiente externo e interno de la organización para aplicarlo al proceso de la toma de decisiones. Coinciden en este aspecto Ortiz y Rincón (2005), quienes consideran que la inteligencia tecnológica es un proceso que incluye la identificación de las necesidades de conocimiento de los usuarios, la recolección de piezas de información, el análisis y obtención de conclusiones, que finalmente se transmiten a los usuarios para responder a sus interrogantes y respaldar la toma de decisiones. Finalmente, es importante resaltar la perspectiva instrumental de Brockley (2004), quien propone dos componentes clave que soportan la aplicabilidad de los SIT en el entorno organizacional: (1) La búsqueda y análisis de información como un proceso continuo y, (2) el conocimiento derivado de su aplicación que soporta la toma de decisiones para la adquisición de ventajas competitivas.

Retomando la revisión anterior y con el fin de otorgar contextualización y pertinencia, Castellanos *et al.* (2005) plantean una aproximación al concepto de inteligencia tecnológica como la capacidad para llevar a cabo **el proceso de búsqueda, manejo y análisis de información que, al transformarla en conocimiento, permitirá 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 acertadas.** Esta definición presenta diferentes elementos para la articulación de un sistema de inteligencia, donde se prevén distintas actividades para la generación de conocimiento de una forma dinámica y sistémica, que permita en las organizaciones una creación continua de ventajas competitivas. Así, la producción de conocimiento debe ser permanente, al igual que su utilización para la toma de decisiones y formulación de estrategias exitosas.

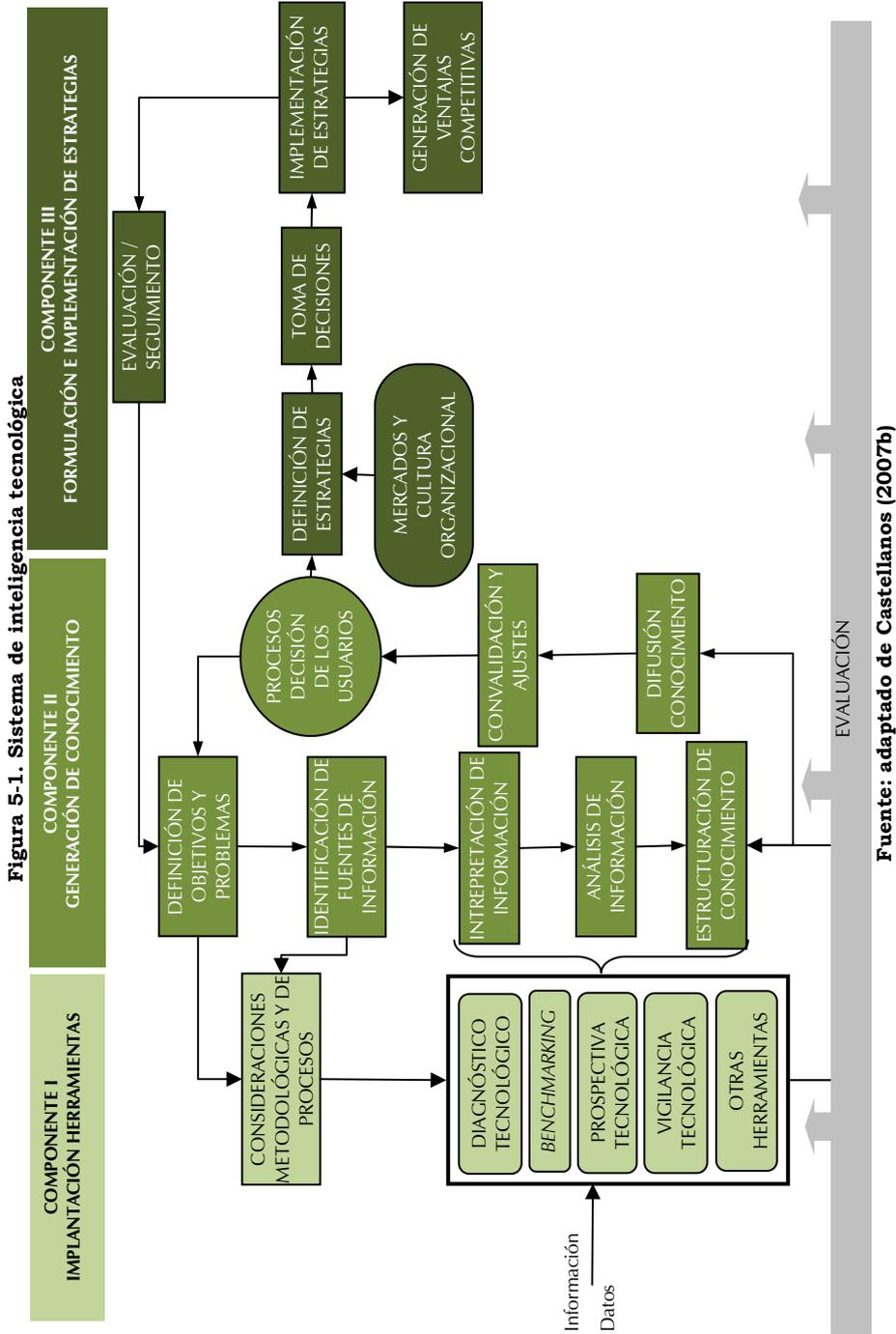
Kerr et al. (2006) complementan estos puntos de vista al diferenciar tres niveles de aplicación de la inteligencia tecnológica de acuerdo con los requerimientos de información: (1) uno estructural, (2) un nivel de sistema y (3) un nivel de proceso. El *nivel estructural* representa los requerimientos de información y brechas del conocimiento de los tomadores de decisiones para las actividades de inteligencia de negocios de una organización. El *nivel de sistema* provee mecanismos para adaptar y configurar la arquitectura de un sistema y sus modos operacionales a las necesidades reales de la inteligencia. El *nivel de proceso* consiste en un ciclo de funcionamiento para desarrollar un sistema de inteligencia tecnológica compuesto por las actividades: coordinar, buscar, filtrar, analizar, documentar y diseminar.

5.2.2 Estructura y características de un sistema de inteligencia tecnológica

Retomando los niveles de aplicación definidos por Kerr et al. (2006), es posible establecer que la inteligencia tecnológica vista desde el nivel de sistema permite abordar tanto el nivel estructural y el nivel de proceso. Es decir, al trabajar la inteligencia tecnológica como un sistema, tal como lo plantea Davis (1999), se involucra la ejecución de tareas, de tal forma que un sistema queda desagregado en subsistemas o componentes, los cuales permitirán abordar los niveles estructurales, de requerimientos de información y toma de decisiones, y el nivel de proceso que agrupa las tareas propias de la inteligencia.

Castellanos et al. (2005) proponen un sistema de inteligencia tecnológica (SIT), cuyas bases retoman la esencia de la gestión tecnológica, que se caracteriza por su dinamismo y versatilidad, al ser un instrumento integrador de herramientas típicas de esta que tradicionalmente han sido utilizadas de manera independiente. El sistema está basado en tres componentes o subsistemas fuertemente interrelacionados: la implementación de herramientas de gestión tecnológica que manejan información con diferentes atributos, la generación de conocimiento a través de la transformación de datos en información con valor estratégico, y la formulación e implementación de estrategias acordes con las políticas de la organización que faciliten la toma de decisiones. Estos componentes no son etapas secuenciales, sino que se complementan entre sí por ser un proceso complejo con corrientes de retroalimentación (ver Figura 5-1).

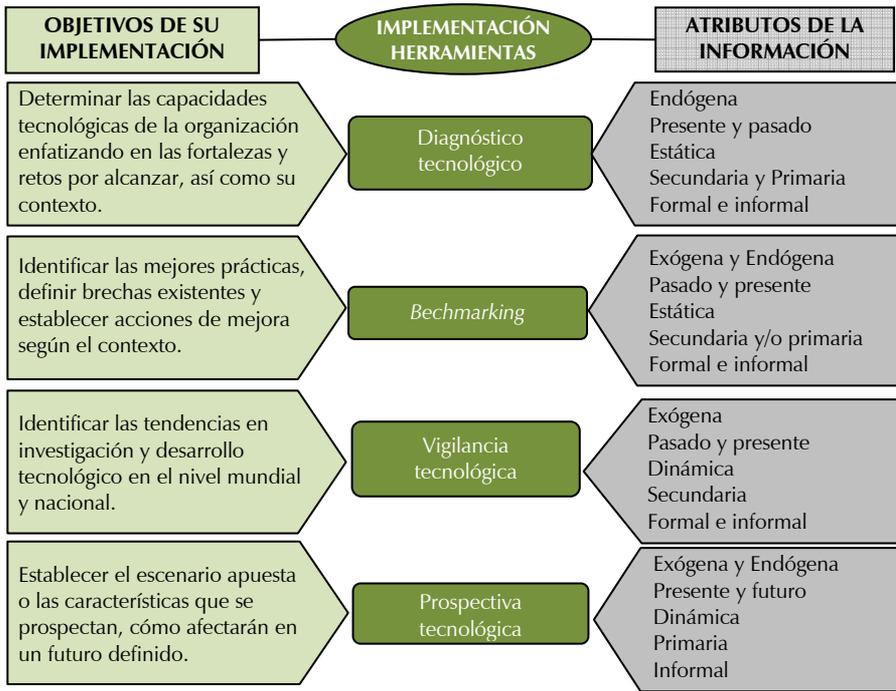
El componente de **generación de conocimiento** proporciona las bases para la adecuada implementación del sistema de inteligencia tecnológica, debido a que el valor otorgado al conocimiento a través de su creación, uso y transferencia de forma eficiente garantiza la definición de estrategias pertinentes, la implementación satisfactoria de las mismas y el fortalecimiento de las capacidades de las organizaciones objeto de estudio. Este componente, de acuerdo con Castellanos et al. (2007a) toma como premisa el proceso de generación de conocimiento, el cual parte de la definición de objetivos y problemáticas del objeto de estudio, la identificación de fuentes de información para la adecuada implementación de las herramientas que interpretan y analizan la información disponible, generando finalmente conocimiento estructurado que debe ser difundido al interior de la organización para su posterior convalidación y ajuste. Este es un proceso continuo, integrador y dinámico, que permitirá la definición de estrategias y el aprendizaje permanente.



Es precisamente bajo el enfoque de generación de conocimiento que se deben implementar las **herramientas de gestión tecnológica**, las cuales deben ser seleccionadas en función de los objetivos perseguidos con la implementación del SIT y en concordancia con los atributos de la información que permitirá el análisis de la organización. Castellanos (2007) indica que los principales atributos de la información por considerar están en función del entorno (información endógena o exógena a la organización), del tiempo (información pasada, del presente o del futuro), de la dinámica (de un momento específico o de cambio periódico), de la incertidumbre (fuentes formales o informales⁴⁰) y del origen (fuentes primarias o secundarias).

De este modo y teniendo como referencia las herramientas involucradas en la Figura 5-1, las cuales se toman como básicas en la implementación del SIT, se establecen en la Figura 5-2 las características de la información que se analiza mediante estas herramientas, así como los objetivos perseguidos con cada una. Se aclara que es posible utilizar un mayor o menor número de herramientas dependiendo de la complejidad de la organización analizada y los objetivos.

Figura 5-2. Objetivos de la implementación de las herramientas básicas del sistema de inteligencia tecnológica y atributos de la información involucrada



⁴⁰ La formalidad o informalidad de la información hace referencia al respaldo técnico o institucional que tenga garantizando su veracidad y objetividad.

Con la implementación de las herramientas se busca obtener conocimiento de la organización en las diferentes áreas que la integran y establecer mecanismos para su direccionamiento, de tal forma que, la **formulación e implementación de estrategias** esté fundamentada y contextualizada adecuadamente con la realidad y necesidades de la organización. Estas estrategias deben fortalecer la toma de decisiones y su debe proporcionar resultados que permitan mejorar la competitividad, redefinir y ajustar los objetivos de implementación del sistema de inteligencia tecnológica según las condiciones cambiantes del entorno.

Para lograr la apropiación de estrategias y su satisfactoria implementación en una organización determinada, los sistemas de inteligencia tecnológica constituyen una metodología que facilita su integración en la estructura organizacional y que garantiza el replanteamiento de estas estrategias en el tiempo, de forma que se aprovechen las oportunidades que proporciona el entorno cambiante para el desarrollo de ventajas competitivas. La continuidad e integración del SIT se facilitan por sus características, las cuales son consideradas como atributos propios del sistema, como se menciona a continuación:

- **Dinamicidad:** hace referencia a la introducción de información, tanto interna como externa, a lo largo de un período de tiempo para el procedimiento; de igual forma, este atributo está relacionado con la influencia que tiene la integración del conocimiento generado para la toma de decisiones y la posterior formulación de estrategias.
- **Flexibilidad:** se relaciona con la posibilidad de integrar diversas herramientas para el análisis de datos, así como la facilidad con la cual las diferentes actividades que confiere el sistema pueden ser adaptadas a los procesos internos de las organizaciones.
- **Sistemicidad:** el sistema no admite reducción a sus partes para su funcionamiento, subrayando así la interrelación necesaria de las componentes entre sí, para lograr el objetivo de la implementación de la inteligencia tecnológica: generar ventaja competitiva.

La implementación de un sistema de inteligencia debe, por consiguiente, tener en cuenta estos atributos que permitirán dar mayor soporte y pertinencia al proceso de toma de decisiones. A continuación se analizan los perfiles de las organizaciones que presentan servicios en IT, así como la metodología empleada con el propósito de establecer sus características de implementación según el contexto.

5.2.3 Ámbitos de aplicación de la inteligencia tecnológica

La inteligencia tecnológica se ha consolidado en el nivel mundial como una temática de interés particular no solo para investigadores del área de la gestión tecnológica sino también para las organizaciones que han realizado esfuerzos invirtiendo en su aplicación a través de entidades consultoras. Esta tendencia se refleja en:

- **Consolidación de la inteligencia tecnológica como una temática de gestión de gran relevancia en investigación:** de acuerdo con Montañez y Castellanos (2007a), las publicaciones en inteligencia tecnológica han tenido un crecimiento importante desde el año

2001, además se han consolidado organizaciones y eventos de investigación en el nivel mundial, como PICMET (Portland International Conference on Management of Engineering and Technology) e IAMOT (International Association of Management of Technology), así como de comunidades académicas alrededor del tema, contribuyendo a la tendencia creciente de las publicaciones relacionadas con el tema en los últimos cinco años.

Estados Unidos lidera la publicación de resultados de investigación en esta temática con el 36,62% de las publicaciones en revistas y eventos académicos, seguido por Suiza y Alemania con el 18,31% y el 9,86% respectivamente. Se resalta que dentro de los países que publican en el nivel internacional se encuentran países de economías emergentes, referentes para Colombia, como México y Brasil. Así mismo, se evidencia una participación importante de las empresas en la aplicación y desarrollo conceptual de la inteligencia tecnológica, donde una de cada cuatro publicaciones tuvo la participación de una empresa, aunque el impulso de esta temática ha sido liderado por las universidades e institutos académicos de investigación.

Las entidades líderes en la publicación de aspectos relacionados con la inteligencia tecnológica y los resultados de su implementación son: el Centro de Ciencias Empresariales del Instituto Federal de Tecnología de Zurich (Suiza), el cual retoma las dos corrientes de la inteligencia tecnológica con el enfoque de toma de decisiones, anticipación al futuro y análisis de las tecnologías, y Georgia Tech en Atlanta (Estados Unidos), cuyo enfoque está más ligado al TFA.

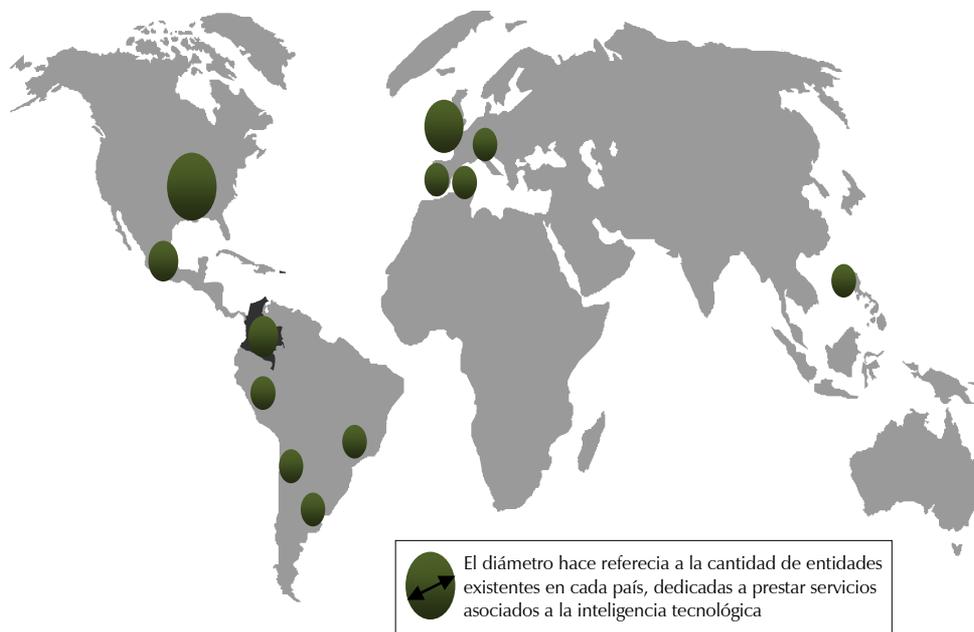
▪ **Consolidación de la inteligencia tecnológica como herramienta para el direccionamiento y toma de decisiones:** una revisión realizada por Montañez y Castellanos (2007b), con el objetivo de determinar el nivel de desarrollo de las actividades de inteligencia tecnológica como servicio tecnológico en diferentes tipos de organizaciones alrededor del mundo⁴¹, estableció que alrededor de doce entidades prestan servicios relacionados con la inteligencia tecnológica, las cuales se encuentran ubicadas principalmente en Estados Unidos y Europa (ver Figura 5-3) y son de tipo empresarial, académico y gubernamental⁴².

Las entidades que prestan estos servicios son Synthesis Partners, LLC, el departamento de gestión tecnológica e innovación del ETH – Instituto Tecnológico de Zurich, el centro de Cambridge para la gestión tecnológica del IfM – Institute for Manufacturing – Cambridge Centre for Technology Management, Interligare – Intelligence & Technology Innovation, Oakland Innovation & information Services, Clark Modet & Co., Food Technology Intelligence Inc., ITESM - Centro de Calidad y Manufactura, Centro de Calidad y Manufactura, ITIS – Industry & Technology Intelligence Services, Search Technology Inc, SRI Consulting y Grupo de Investigación BioGestión.

⁴¹ Esta búsqueda se realizó a través del metabuscador Google el 23/10/2007, utilizando la ecuación de búsqueda “technology intelligence” OR “technical intelligence” OR “inteligencia tecnológica”.

⁴² El 59% de las entidades que presta servicios asociados a la inteligencia tecnológica es de tipo empresarial, mientras el 33% corresponde a universidades y el 8% restante es de carácter gubernamental.

Figura 5-3. Ubicación geográfica de entidades que prestan servicios asociados a la inteligencia tecnológica



Fuente: cálculos basados en la información de Google®; cobertura hasta 23/10/2007, Software de Análisis Microsoft Excel®

Estas entidades se caracterizan por prestar sus servicios a diversos sectores como el automotriz, de telecomunicaciones, farmacéutico, energético, de transporte, químico, de alimentos, aeroespacial y aeronáutico, biotecnología, nanotecnología, hardware, gobierno, financiero, software, TICs, electrónica, nuevos materiales, PYMES (EBT), construcción y agricultura. El enfoque que maneja cada una de estas instituciones varía de acuerdo con las condiciones del país donde se prestan los servicios y de la orientación metodológica. En la Tabla 5-1 se sintetizan los perfiles de aquellas entidades cuya metodología de trabajo es de divulgación amplia a través de sus sitios Web.

5.3 LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL 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 un trabajo analítico en el tiempo y de forma apropiada 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).

Tabla 5-1. Perfiles de entidades que prestan servicios relacionados con Inteligencia Tecnológica

Ubicación	Nombre	Productos y Servicios	Sectores y Empresas	Metodología
Suiza- Universidad	ETH – Instituto Tecnológico de Zurich Depto. Gestión Tecnológica e Innovación www.tim.ethz.ch	Gestión tecnológica, gestión de la innovación, gestión del riesgo, inteligencia tecnológica	PYME (EBT), automotriz, telecomunicaciones, industria del deporte, farmacéutico, nuevos materiales	ACTIVIDADES DIRECTAS: <ul style="list-style-type: none"> ■ Gestión del sistema ■ Establecimiento de misión, objetivos y metas ■ Definición de estructura organizacional ■ Herramientas ■ Proceso de inteligencia tecnológica ACTIVIDADES INDIRECTAS: <ul style="list-style-type: none"> ■ Proceso de inteligencia tecnológica ■ Formulación de necesidades de información ■ Recolección de información ■ Análisis de información ■ Distribución de la información ■ Aplicación de la información Basada en cuatro actividades: TRAWL: hacer explícita la información de inteligencia, la cual no está formalizada ESCANEO: estar atento a cualquier tecnología que puede impactar el negocio MINERÍA: extraer información inteligente explícita de un archivo interno META: monitorear desarrollo de nuevas tecnologías identificando las relevantes en el futuro
Inglaterra- Universidad	IfM – Institute for Manufacturing - Cambridge Centre for Technology Management http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/ctm/	Gestión estratégica de tecnología, evaluación de tecnologías, identificación y explotación de intangibles, gerencia de la Innovación, redes de Inteligencia	Kodak European Research, GKN Plc, EPSRC	PLANIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> ■ Determinar el problema de inteligencia ■ Requerimientos de inteligencia ■ Proyectos de inteligencia ■ Determinación de información necesaria OBTENCIÓN: <ul style="list-style-type: none"> ■ Obtención y tratamiento de información ■ Codificación de información ■ Destilación de información
España- Empresa	Interfigare – Intelligence & Technology Innovation http://www.interfigare.com	Consultoría de desarrollo organizacional, consultoría de soporte (I+D), consultoría de soporte a la gestión	Multisectorial, Memex Visual Analytics, Language Weaver, Denodo	PLANIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> ■ Determinar el problema de inteligencia ■ Requerimientos de inteligencia ■ Proyectos de inteligencia ■ Determinación de información necesaria OBTENCIÓN: <ul style="list-style-type: none"> ■ Obtención y tratamiento de información ■ Codificación de información ■ Destilación de información

				<ul style="list-style-type: none"> ■ Presentación de información base PRODUCCIÓN ■ Métodos y productos de investigación ■ Métodos y productos de evaluación DIFUSIÓN ■ Integración elementos ■ Producto inteligencia ■ Evaluación del proceso
<p>Inglaterra- Empresa</p>	<p>Oakland Innovation & information Services http://www.oakland.co.uk</p>	<p>Identificación, exploración y evaluación de oportunidades de mercado, evaluación del impacto de tecnologías de producto o proceso.</p>	<p>Manufactura, farmacéuticos, energía, transporte, química, alimentos</p>	<p>Proceso iterativo que combina la investigación y el análisis, facilitando etapa por etapa el acercamiento al cliente, incluye: comprensión, estructuración, exploración, examen, interpretación y aplicación.</p>
<p>Estados Unidos- Empresa</p>	<p>Synthesis Partners, LLC http://www.synthesispartners.com</p>	<p>Inteligencia Tecnológica, inteligencia de negocios y de mercados, inteligencia de leyes y política, proceso de inteligencia, futuro</p>	<p>Aerospacial, biotecnología, consumo masivo, hardware, gobierno, financiero, transporte, TICs</p>	<p>ENCONTRAR OPCIONES DE TECNOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Análisis funcional de tecnología ■ Escaneo tecnológico ■ Off-Axis Intelligence® <p>CALIFICAR LAS OPCIONES DE TECNOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Evaluación tecnológica ■ Evaluación comercial de tecnología ■ Pronósticos tecnología/producto <p>EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Marcos de decisión ■ Análisis oportunidades-amenazas ■ Análisis de influencia <p>MONITOREO DE TECNOLOGÍAS CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Premiaciones continuas ■ Decisiones inteligentes futuras <p>CANDIDATOS AL RANKING DE TECNOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Modelos de valor ■ Evaluación del futuro portafolio inteligente

Fuente: Montañez y Castellanos (2007b)

La inteligencia tecnológica puede revelar oportunidades significativas para una organización, pero su implementación debe ser un esfuerzo organizado (Lichtenthaler, 2004) y su aplicación apropiada depende de su adaptación a una situación específica (Lichtenthaler, 2005). Por ello, Norling *et al.* (2000) recomiendan utilizar medios sofisticados para recopilar y analizar información, transportar la inteligencia a los individuos que pueden y actuarán sobre ella, y emplear a individuos con experiencia, habilidades y el temperamento correctos para su desarrollo. Considerando estas características sobre el manejo y gestión de información, es crucial tener en cuenta que la calidad de la información tiene diferentes categorías de criterios, su evaluación permite la detección de errores y retos (Berti, 1999) y que se debe contar con un equipo de personas con las capacidades adecuadas.

En la práctica, la inteligencia tecnológica es aplicada en una forma sistemática, donde se involucran diferentes elementos y es en este sentido que se describe como un sistema, involucra procesos en los cuales se crea valor; de acuerdo con Savioz (2004) esta creación de valor se logra a través de actividades primarias o directas de formulación de necesidades, recolección, análisis, difusión y aplicación de información, en donde se genera conocimiento, las cuales se desarrollan por medio de actividades indirectas de administración, definición de misión y metas, conformación de estructura y selección de herramientas (métodos e infraestructura), como se aprecia en la Figura 5-4.

Figura 5-4. Composición de un sistema de inteligencia tecnológica

Actividades indirectas	Administración IT					Mejoramiento en la toma de decisiones
	Misión/Meta IT					
	Estructura IT					
	Herramientas IT (métodos e infraestructura)					
Actividades directas	Procesos de IT					
	Formulación de las necesidades de información	Colección de información	Análisis de la información	Difusión de la información	Aplicación de la información	

Fuente: adaptado de Savioz (2004)

Aunque se debe realizar un importante esfuerzo en cada una de las actividades que permiten la adecuada implementación del sistema de inteligencia tecnológica, es necesario tener en cuenta ciertas características para lograr resultados satisfactorios. A continuación se analizan algunos aspectos, abordando en primer lugar los relacionados con las actividades indirectas y posteriormente los relacionados con las actividades directas.

En cuanto a aquellas *actividades indirectas* definidas por Savioz (2004) como las que dan soporte al desarrollo del proceso de inteligencia tecnológica para una aplicación adecua-

da, se encuentran aspectos clave en las actividades de administración, la definición de misión y metas, la conformación de la estructura y la selección de herramientas, los cuales se detallan a continuación:

- **Las actividades de administración** incluyen el diseño, la dirección y los elementos de desarrollo del sistema de inteligencia, e implican generar un modelo teórico sobre el cual se trabaja. Para esto se debe tener en cuenta que 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. Castellanos (2007) establece que la implementación debe hacerse preferentemente en organizaciones basadas en conocimiento, donde la generación de este factor sea la base de su desempeño⁴³. En otros sectores se puede 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.

Así mismo, este autor establece que, dependiendo del nivel de gestión tecnológica, la implementación tendrá características particulares; en el nivel macro puede aplicarse autónomamente ya que se trata de entidades que cuentan con una buena infraestructura y recursos; en el nivel meso (como agrupaciones gremiales) se cuenta con los recursos, sin embargo es necesario que estén asesorados por expertos del tema; en el nivel micro es importante distinguir dos categorías: las grandes empresas que pueden implementar un sistema de IT autónomamente solo si poseen un buen manejo de la gestión tecnológica y unidades de I+D fortalecidas, y las pequeñas y medianas empresas, las cuales necesariamente deben trabajar de forma conjunta con la academia para la aplicación de un sistema de IT, ya que sus recursos, conocimientos y su capacidad operativa en gestión tecnológica suelen ser muy limitados (Castellanos, 2007).

- **La definición de misión y metas** determina el propósito, y por tanto los requerimientos de salida del sistema de inteligencia tecnológica. La misión del sistema siempre debe estar relacionada con la misión y estrategia del negocio, es por ello que en su definición deben involucrarse actores de la organización objeto de estudio, estrechamente relacionados con la dirección de la misma. Abell (1999) describe que diferentes estrategias demandan diferentes actividades de inteligencia, idea que debe ser tenida en cuenta cuando se define la misión y metas de la inteligencia tecnológica.

- **La conformación de la estructura** permite asignar y organizar las actividades de inteligencia tecnológica en diferentes unidades y personas. Comprende las características de jerarquía, que hacen referencia a la distribución y coordinación de las tareas entre las áreas o divisiones de la organización, y los roles de las personas involucradas. Se pueden encontrar estructuras formales, en las cuales la toma de decisiones se hace a través de la organización en cualquier nivel dentro de cierto marco estratégico. En este sentido, la inteligencia tecnológica va más allá del soporte en la toma de decisiones, ya que realiza el

⁴³ Es el caso de empresas 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.

aprendizaje y la planeación organizacional. Lichtenthaler (2004) plantea que las actividades de inteligencia tecnológica pueden ser ejecutadas según el tipo de coordinación de las actividades: estructural, híbrida e informal, las cuales pueden ser usadas en paralelo⁴⁴.

▪ **La selección de herramientas** consiste en la elección de los métodos e infraestructura necesarios para el proceso. En cuanto a los *métodos*, existe un amplio conjunto que puede ser utilizado, pero lo importante es saber cuál usar en cada caso, dado que se requieren en todas las etapas del proceso de inteligencia tecnológica, dependiendo de los objetivos y de los atributos de la información. La aplicación de un método depende de la estrategia tecnológica, la complejidad del medio ambiente y la incertidumbre de la Industria. Adicionalmente, otros factores importantes son el tiempo objetivo y la complicación del método en sí mismo.

En lo que respecta a las *actividades directas*, Savioz (2004) plantea que estas se realizan mediante un ciclo sistemático, que no se da paso a paso, sino que implica un desarrollo paralelo de las diversas actividades, desdibujándose así las barreras entre ellas, donde las necesidades de información pueden surgir en cualquier parte de la compañía y la inteligencia producida es aplicada a cualquier nivel. Siendo un proceso proactivo orientado a la toma de decisiones, la inteligencia tecnológica en su aplicación debe enfocar adecuadamente sus esfuerzos en lo que respecta a recolección de información, análisis de información, difusión de información y aplicación del conocimiento generado, tal como se detallan a continuación:

▪ **La recolección de información** es el primer paso para dar solución a las necesidades planteadas inicialmente. Dos aspectos importantes en esta actividad se refieren a quién lo hace y cuáles son las fuentes de información. Asignar la tarea de la recolección depende de las competencias tecnológicas que posea internamente la empresa, las cuales se basan en el conocimiento previo o experiencia de individuos pertenecientes a la organización y su habilidad para reconocer las fuentes de información apropiadas que permiten definir los campos de observación.

▪ **El análisis de información;** para llevar a cabo el análisis es indispensable el empleo de las habilidades de los analistas de inteligencia, así como de herramientas (software, modelos y metodologías) que permitan procesar los datos obtenidos con el objeto de dar sentido a la información recolectada y alcanzar las conclusiones adecuadas. Esta etapa finaliza con la elaboración de un reporte que contiene las conclusiones obtenidas del estudio de inteligencia, el cual se presenta a los usuarios o clientes (Ortiz y Rincón, 2005).

⁴⁴ (1) Coordinación estructural, se delegan tareas a través de un orden jerárquico de posiciones y departamentos; (2) coordinación híbrida, los proyectos de inteligencia tecnológica son trabajados por diferentes grupos en la compañía, no necesariamente los proyectos se manejan desde una unidad de inteligencia; estos pueden ser originados en la gerencia y los grupos de inteligencia tecnológica soportan de forma estructural; (3) coordinación informal, intenta estimular y recoger autónomamente el comportamiento de la información en los empleados desde diferentes sitios de investigación y desarrollo vinculados a la red local y global.

- **La difusión de la información;** es la etapa donde la inteligencia alcanza a los usuarios potenciales, ya que busca responder a los interrogantes que dieron origen al estudio y se dan recomendaciones para la toma de decisiones. Un aspecto importante es la forma de comunicación, donde la información puede ser impulsada o jalonada, es decir, suministrada por los líderes del proceso o solicitada por los usuarios. El incremento en la frecuencia de la comunicación aumenta el desarrollo de la innovación; la existencia de canales de comunicación demasiado formalizados la reprime. El valor de la información se extiende cuando más personas pueden hacer uso de ella.
- **La aplicación de la información;** en esta etapa se da la toma de decisiones y el aprendizaje. Se agrega valor al proceso con la generación colectiva de decisiones, dado que existe un aprendizaje organizacional que incrementa las competencias y da paso a decisiones adicionales. Esta etapa permite a las empresas mejorar la planificación, la administración del portafolio, la habilidad para tomar decisiones, el proceso de selección de proyectos de investigación y la asignación de recursos a estos, e incrementar y disminuir las amenazas de los competidores, entre otros aspectos.

Además de estas actividades, otros autores consideran dos adicionales, puesto que conciben el proceso de inteligencia tecnológica como un ciclo que gira en torno a la búsqueda de mejores y más eficientes formas de realizar los estudios para obtener resultados eficaces (Ortiz y Rincón, 2005): el *seguimiento de la aplicación de los resultados obtenidos*, etapa donde se evalúa el impacto del estudio y se retroalimenta la planificación de próximos estudios; la *evaluación general del estudio de inteligencia*, que tiene como objeto detectar las fallas en el proceso de planificación, recolección, análisis y difusión, y reestructurar las mismas con la finalidad de obtener resultados más precisos en los próximos estudios.

5.4 EL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA APLICADO EN EL DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO

Para la aplicación del sistema de inteligencia tecnológica se requiere de ciertos conocimientos previos y recursos adecuados, dada su estructura y dinamismo. De esta forma, en los trabajos realizados por el grupo de investigación BioGestión, fue necesario contextualizar algunos aspectos para su implementación, lo cuales están relacionados principalmente con la orientación de la organización y el nivel al que pertenece. La implementación del sistema de inteligencia tecnológica se ha dado en diferentes organizaciones⁴⁵ donde se han tenido en cuenta las consideraciones mencionadas en el acápite anterior. Para efectos de este trabajo se analizarán los casos de implementación en la cadena productiva del tabaco, en la industria del software, y en la cadena productiva de cacao-chocolate, así como los tres casos reportados por Castellanos (2007b) en el sector

⁴⁵ Como son: Pequeña empresa del sector agroindustrial, Sector colombiano de empaques y envases plásticos flexibles y semirígidos, Sector de la biotecnología en Colombia, Cadena productiva del tabaco, Cadena productiva del cacao, Cadena productiva del software, Cadena productiva de los cosméticos.

de la biotecnología, en el sector de empaques plásticos flexibles y semirígidos y en una pequeña empresa del sector agroindustrial. En cada caso se examinan aspectos como:

- **Cobertura del análisis.** Hace referencia al campo de acción que tuvo la implementación de la inteligencia tecnológica, este se traduce en el tiempo de duración del estudio y la disponibilidad de información para analizar el sector u organización objeto de examen. En ocasiones, algunas entidades no cuentan con la información necesaria para la implementación del sistema de inteligencia tecnológica en un periodo de tiempo específico, y es por ello que se hace necesario invertir más recursos (tiempo, dinero, recursos humanos, entre otros) para detectar los requerimientos de información y acudir a fuentes primarias para su obtención.
- **Participación de los actores.** La generación de conocimiento y por ende la formulación de estrategias pertinentes dependerá de la participación de los actores del sistema analizado, ya que son ellos quienes tienen la experticia sobre el sistema y son los encargados de apropiarse de las estrategias y velar por su implementación. Es muy importante contar en este grupo de actores con aquellos que están involucrados directamente en la toma de decisiones y formulación de políticas de la organización.
- **Fortalecimiento de las capacidades del sector.** Uno de los resultados más relevantes de la implementación de un sistema de inteligencia tecnológica es la apropiación de la metodología por parte de la organización. Esta se traduce en la inversión de esfuerzos y recursos para permitir su dinamicidad en el tiempo y su utilización como metodología para la generación de estrategias que soportan la toma de decisiones oportunas y adecuadas.

Para analizar estos aspectos es pertinente revisar cómo en cada uno de los casos se dio la generación de conocimiento, la formulación de estrategias, la implementación de herramientas de gestión tecnológica (cuáles herramientas fueron implementadas, cómo se hizo, qué aspectos se evaluaron, cuáles fueron sus principales resultados, cómo se integraron los resultados de las herramientas) y el resultado final. Es por esta razón que a continuación se presenta un análisis de los casos de tabaco, cacao-chocolate y software, y los casos restantes fueron retomados del análisis realizado por Castellanos (2007).

5.4.1 Caso A: estudio prospectivo en la cadena productiva del tabaco colombiana

El *Estudio prospectivo en la cadena productiva del tabaco* tiene su origen en una iniciativa del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por vincular de manera alterna y con recursos propios, a la cadena productiva del tabaco en la dinámica de fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria mediante el diseño de agendas de investigación prospectivas para las cadenas productivas del país. Este proyecto fue considerado un estudio piloto de direccionamiento estratégico de cadenas productivas, antecesor de otros 20 estudios, siendo realizado en el año 2006.

El resultado de este estudio fue la definición de los lineamientos o bases para la construcción de la agenda de investigación de la cadena del tabaco, en la cual se retomaron las

problemáticas identificadas mediante estudios precedentes, como el Acuerdo de Competitividad (MADR, 2001). Entre los problemas⁴⁶ y retos que debe enfrentar la cadena se destacó la necesidad de enfrentarse al comercio mundial del tabaco, que tiende a volverse cada vez más competitivo y sofisticado, generándose así posibilidades de mercados para el país que se pueden aprovechar ampliando el portafolio de productos, para lo cual es indispensable establecer los lineamientos que permitirán abordar estos retos.

En el desarrollo de este ejercicio participaron el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como financiador, el grupo de investigación y desarrollo en gestión, productividad y competitividad BioGestión de la Universidad Nacional de Colombia como ejecutor, la Secretaría Técnica de la cadena, el Consejo Nacional Tabacalero, el Comité Técnico Nacional y los diferentes actores de la cadena productiva (proveedores, productores, industriales, comercializadores) como expertos en el tema, quienes dieron sus aportes y participaron en la convalidación de los resultados del estudio, desarrollado en un período de cuatro meses.

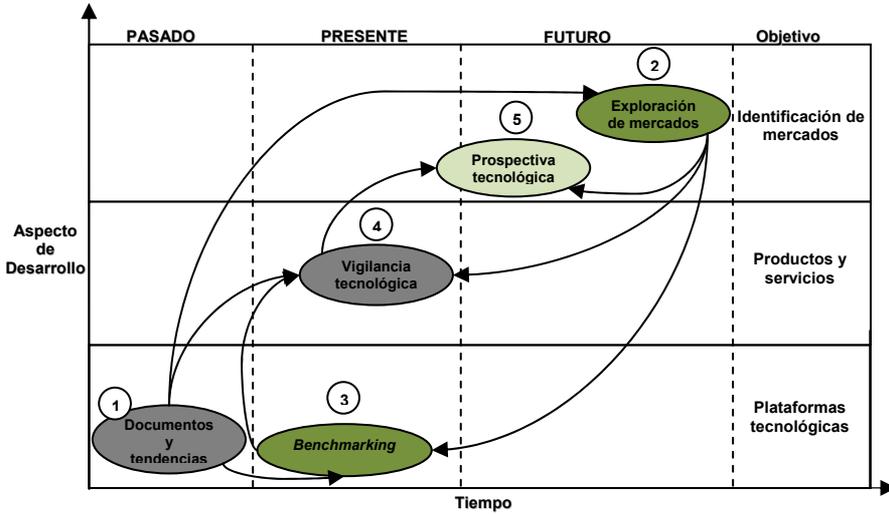
Con el objetivo de analizar la cadena y su entorno de forma integral para la definición de los lineamientos estratégicos con visión prospectiva, se utilizaron los fundamentos metodológicos de la inteligencia tecnológica, integrando la herramienta de *roadmapping* con el objetivo de definir la ruta de implementación de las herramientas que depende de la organización objeto de estudio y las condiciones de su entorno.

En el caso de la cadena del tabaco se definió, de manera consensuada con los actores, trabajar la ruta que se presenta en la Figura 5-5⁴⁷, que incluye la utilización de documentos y tendencias, la exploración de mercados, el *benchmarking*, la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica. Es decir, se desarrolla un proceso de integración de las diferentes metodologías de la gestión tecnológica en un esquema de inteligencia, analizando las características fundamentales de la cadena del tabaco, con el fin de obtener estrategias claras, justificadas, con objetivos e impactos medibles en el corto, mediano y largo plazo, con la participación de actores e indicadores de cumplimiento generando las bases para la futura definición de la agenda de esta cadena.

⁴⁶ A pesar de las oportunidades en el mercado mundial, existen problemas al interior de la cadena que han sido observados en estudios previos: los ingresos para los agricultores se reducen drásticamente en los casos en que predomina en el cultivo la aparcería, subaparcería y arrendamiento. Esta situación reduce la inversión en infraestructura y en tecnología y limita los avances en productividad, eficiencia y calidad del producto final. El apoyo del Estado a la producción de tabaco y a su comercialización se ha reducido ostensiblemente, la industria ha asumido de manera importante el fomento del cultivo, desarrollando investigación y transferencia de tecnología, obteniendo nuevas variedades para mejorar la producción y otorgando crédito y asistencia técnica a los agricultores, con lo cual acentúa aún más el carácter monopolístico del sector tabacalero colombiano (MADR y UNC, 2006).

⁴⁷ El modelo mostrado en la Figura 5-5 se desarrolla a través de los ejes del tiempo y el aspecto de desarrollo. La dimensión del tiempo separa las metodologías según el tipo de información que aporten al proceso, mientras que el aspecto de desarrollo se enfoca en los objetivos que se fortalecen por medio de la aplicación de las metodologías ya sea en el nivel de tecnología, productos y servicios o mercado.

Figura 5-5. Ruta metodológica para el estudio prospectivo de la cadena productiva del tabaco



Fuente: MADR-UN (2006)

La aplicación de cada una de las herramientas permitió obtener resultados específicos que se convierten en insumo para la definición de los lineamientos estratégicos de desarrollo tecnológico de la cadena, como se resume en la Tabla 5-2, siendo el resultado un conjunto de estrategias como la exploración de tabacos menos nocivos y otras aplicaciones, generación de redes sociales en la cadena productiva, mejoramiento y transferencia de buenas prácticas productivas en procesos de producción y comercialización, desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas nacionales, incentivo a la percepción racional del consumo y seguimiento a la ejecución del direccionamiento estratégico.

5.4.2 Caso B: definición de la agenda de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena productiva de cacao-chocolate colombiana

En el año 2006 el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural promovió la realización de veinte estudios con miras a la definición de agendas prospectivas de investigación y desarrollo tecnológico en cadenas productivas, con el objetivo de fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, siendo la cadena productiva de cacao-chocolate una de las cuatro primeras cadenas en comenzar este proceso en razón de su importancia económica y social⁴⁸ y del potencial exportador del grano de cacao y sus productos.

⁴⁸ De acuerdo con el DANE (2004) y Agrocadenas (2006), la cadena del cacao-chocolate realiza un aporte significativo en materia de generación de empleo, siendo el 2,4% del empleo agrícola, el 1,5% del empleo total de la industria de alimentos y el 0,3% en el total de la industria, y en la producción manufacturera siendo un indicador el crecimiento de 4,1% anual experimentado desde mediados de los años noventa.

Tabla 5-2. Aplicación del sistema de inteligencia en la cadena productiva del tabaco en Colombia

COMPONENTE	Herramientas	Diagnóstico	Benchmarking	Vigilancia tecnológica	Análisis institucional	Prospectiva
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS	Procedimiento	Compilación y análisis de diferentes documentos de diagnósticos nacionales e internacionales del sector.	Revisión de documentos disponibles en páginas Web oficiales de los países referentes, de las asociaciones de productores e industrias.	Análisis cuantitativo de patentes y de bases de datos en la determinación de las capacidades en ciencia y tecnología del país.	Análisis de documentos oficiales.	Ábaco de Régnier, IGO, juego de actores, método Delphi, ejes de Schwartz
	Aspectos evaluados	Factores críticos sobre los cuales es necesario que la cadena del tabaco actúe para mejorar la competitividad.	Sistema de producción, perfil del productor, asociatividad, industria y políticas de estatales y de regulación.	Se analiza la investigación y desarrollo tecnológico en control de plagas, medios de propagación, mejoramiento genético y procesos industriales para la fabricación de tabaco.	Articulación y estructuración de las cadenas productivas en Colombia, casos exitosos de cadenas productivas en el país.	Factores y variables que determinan el desarrollo del sistema prospectado.
	Resultados del análisis de la información	Criterios de desarrollo de la cadena.	Identificación de las mejores prácticas en cada país bases para la formulación de estrategia para mejoramiento de la competitividad del sector.	Identificación de las tendencias tecnológicas en tabaco en el nivel mundial.	Estudio preliminar de la cadena con observaciones y recomendaciones.	Definición de factores críticos en áreas estratégicas; construcción de escenarios de desarrollo futuro para la cadena y estrategias para los escenarios.
GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	ANÁLISIS INTEGRADO	Factores críticos para la competitividad del cultivo.				
	CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS	Elaboración conjunta de actividades entre participantes: convalidación, socialización y divulgación. Se definen seis estrategias para el mejoramiento de la competitividad de la cadena tomando como referencia los resultados obtenidos a partir de las herramientas de gestión tecnológica implementadas.				
RESULTADO FINAL	Documento de estudio prospectivo de la cadena productiva del tabaco con los resultados que contiene acciones específicas a desarrollar y bases estratégicas para la formulación de la agenda de investigación.					

Fuente: información tomada de Montañez y Castellanos (2007c).

La definición de la agenda de investigación prospectiva de la cadena de cacao-chocolate comenzó a mediados del año 2006 y se finalizó en el año 2007, logrando contar con la activa participación de los actores de la cadena, la cual estuvo representada por la Secretaría Técnica, el Consejo Nacional Cacaotero, el Comité Técnico, las instituciones de investigación vinculadas con la cadena como el caso de Corpoica, los agricultores y empresarios de las diferentes regiones cacaoteras. Así mismo, se contó con la coordinación y el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” Colciencias y del Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión de la Universidad Nacional de Colombia, siendo este último el ejecutor del estudio y encargado de realizar los procesos de socialización, divulgación y consolidación de la agenda.

Durante el desarrollo del estudio se fomentó la participación de diversos actores con el propósito de generar una agenda de investigación consensuada, con visión de largo plazo (trascendiendo de las tradicionales agendas de investigación de corto plazo⁴⁹) y con sentido de pertenencia para facilitar de este modo su satisfactoria implementación y consideración en el direccionamiento estratégico de la cadena. De este modo, la implementación del sistema de inteligencia tecnológica como eje metodológico para la definición de la agenda de investigación de la cadena productiva de cacao-chocolate, con una visión prospectiva al año 2015, permitió no solo la adecuada gestión y transferencia de conocimiento hacia los actores de la cadena, sino la implementación de herramientas y metodologías propias del análisis de desempeño y el análisis prospectivo, identificando la evolución de las demandas tecnológicas y no tecnológicas, con el fin de fortalecer y mejorar la competitividad de la cadena.

Para la definición de la agenda de investigación se articularon cinco herramientas: el análisis de desempeño o diagnóstico de la cadena⁵⁰, el *benchmarking* institucional, la vigilancia tecnológica, la vigilancia comercial y la prospectiva mediante el sistema de inteligencia, con el objetivo de definir factores críticos de desempeño de la cadena, adoptar estrategias para el fortalecimiento de la cadena a través del aprendizaje de los países líderes, identificar tendencias de investigación, desarrollo tecnológico y mercados, y definir estrategias a largo plazo para el fortalecimiento del manejo de la variable tecnológica en la cadena.

La implementación del sistema de inteligencia tecnológica en la cadena de cacao-chocolate permitió la gestión de la información relacionada con esta a través de la aplica-

⁴⁹ Tradicionalmente el proceso de definición de agendas de investigación y de desarrollo tecnológico para el sector agroindustrial colombiano se abordó con una perspectiva de corto plazo, a partir de la definición de líneas y programas de investigación concertados con los actores y entidades de investigación.

⁵⁰ El análisis de desempeño tomó como referente metodológico al aporte realizado por una consultoría brasilera experta en el direccionamiento del sector agropecuario contratada por el MADR; en dicha metodología se aplicó un enfoque sistémico para representar y describir la cadena en términos de los eslabones y segmentos, realizando un diagnóstico con información secundaria y primaria, analizando criterios de desempeño (eficiencia, calidad y competitividad) e identificando los factores críticos.

ción de diferentes herramientas de gestión tecnológica seleccionadas de acuerdo con los objetivos del estudio y las características de la cadena, y abordadas siguiendo los elementos de los sistemas inteligentes. En este proceso se logró la generación, transferencia y gestión de conocimiento con los actores de la cadena, resultando en la definición de una agenda de investigación y desarrollo tecnológico que permite orientar la toma de decisiones, tanto a investigadores en la definición del enfoque por trabajar, como a los actores que establecen la distribución de la inversión en investigación y desarrollo. En la Tabla 5-3 se sintetizan aspectos relevantes del proceso de implementación del sistema de inteligencia tecnológica en la definición de la agenda.

5.4.3 Caso C: estudio de previsión tecnológica industrial para la industria del software y servicios asociados

La industria del software, la cual se encuentra inmersa en el sector de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), es considerada como estratégica para el desarrollo de la economía colombiana por ser una industria transversal que proporciona soluciones a sectores como el manufacturero, el agroindustrial, el logístico, entre otros, y por ser intensiva en conocimiento y, como tal, generadora de productos de alto valor agregado y con potencial para ingresar a nuevos mercados. Por esta razón, en el nivel gubernamental se ha buscado propiciar su desarrollo con su inclusión en la Agenda de conectividad, el Consejo Nacional de Informática y la Agenda Interna, en aras de analizar el entorno nacional y establecer proyectos que mejoren su competitividad y productividad. Es por esto que el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo promovió el desarrollo del estudio de previsión tecnológica en el año 2007, para definir los lineamientos estratégicos que permitan el fortalecimiento de la competitividad de la industria del software y servicios asociados.

Dicho estudio contó con la participación de diferentes actores del sector, como empresarios, representantes de entidades gubernamentales y algunos académicos, así como del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión de la Universidad Nacional de Colombia, siendo este último el ejecutor del estudio y articulador de los actores. Se destaca el rol desempeñado por entidades como Corporación Colombia Digital, Sinertic y Fedesoft, quienes tuvieron una importante participación al conformar el Grupo Ancla⁵¹. El objetivo de este grupo fue la apropiación de la metodología, del conocimiento generado y de los lineamientos estratégicos definidos para, de este modo, consolidar las capacidades de la industria del software a través de la formación del recurso humano que garantice en el futuro la implementación de los lineamientos y la actualización de las estrategias generadas.

⁵¹ El Grupo Ancla se conformó con representantes de dichas entidades, los cuales son profesionales con formación en ingeniería, ciencias económicas y administrativas, con experiencia en apoyo a procesos de toma de decisiones, ejecución de proyectos de investigación y desarrollo de iniciativas sectoriales. De esta manera se configuró un equipo de trabajo de tipo interdisciplinario, interinstitucional y polifuncional para el fortalecimiento de las capacidades de toma de decisión, cuyas actividades se enfocaron en cuatro vectores: (1) capacitación en la metodología, (2) soporte en la recopilación y análisis de información y (3) participación y apoyo en los procesos de convalidación y (4) divulgación con los actores de la industria.

Tabla 5-3. Aplicación del SIT en la definición de la agenda prospectiva de investigación de la cadena productiva de cacao chocolate

COMPONENTE	Herramientas	Análisis de desempeño	Benchmarking Institucional	Vigilancia Tecnológica y Comercial	Prospectiva
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS	Procedimiento	Análisis de diagnóstico del sector en el nivel nacional tomando información secundaria y primaria.	Revisión de documentos disponibles en Internet en páginas oficiales de gobiernos de los países referentes y de las asociaciones. Fueron referentes Ecuador, Costa de Marfil, Ghana, Malasia, Indonesia, Nigeria, Venezuela y República Dominicana. Los criterios analizados fueron: condiciones del sector, principales problemas, políticas estatales y de regulación, instituciones de control y seguimiento.	Análisis cuantitativo de patentes y publicaciones de ciencia y tecnología nacionales e internacionales	Ábaco de Régnier, ICO, ejes de Schwartz
	Aspectos evaluados	Se identificaron y esquemmatizaron los eslabones y segmentos de la cadena productiva, los cuales fueron analizados teniendo en cuenta su eficiencia, calidad y competitividad.		Se estableció el estado de la investigación científica básica y aplicada a partir del análisis cuantitativo, se documenta el estado del desarrollo tecnológico a través del análisis de patentes y se realiza una revisión de capacidades nacionales en investigación.	Se identificaron aspectos relevantes, variables clave, factores críticos y demandas de la cadena. Adicionalmente se realizó la construcción de los escenarios futuros.
	Resultados del análisis de la información	Identificación de oportunidades y limitaciones de la cadena productiva.	Identificación de las mejores prácticas en la cadena competitiva, extrapolables al contexto colombiano.	Identificación de las tendencias de investigación, de desarrollo tecnológico y de mercado en el sector.	Identificación de los factores críticos y del escenario apuesta de la cadena para el año 2015.
GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	Análisis integrado	A partir de los resultados de la implementación de cada una de las herramientas, se logró la identificación de oportunidades y limitaciones de la cadena, las cuales se tradujeron en áreas estratégicas para la investigación y el desarrollo tecnológico de la cadena, conformadas por un conjunto de proyectos por realizar. Se promovió la participación de expertos, se realizó convalidación, socialización y divulgación permanente y se transfirió el conocimiento a los actores generando sentido de pertenencia y apropiación de la agenda. Se realizó divulgación de los resultados en el Seminario internacional "Hacia una cacao cultura competitiva para su inserción en los mercados internacionales: experiencias exitosas" en 2007 y mediante la publicación de la "Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena productiva de cacao-chocolate" en 2008.			
CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS		La agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico fue concebida como un conjunto de áreas estratégicas cuyo fortalecimiento se planteó mediante la formulación de proyectos por desarrollar. El principal objetivo fue la mejora de la competitividad abordando las demandas tecnológicas y no tecnológicas identificadas en los resultados de implementación del SIT. Se trató de un proceso altamente participativo y realizado en consenso.			
RESULTADO FINAL		Definición de la agenda de investigación de la cadena productiva de cacao-chocolate en Colombia visión 2015.			

Fuente: información tomada de Castellanos et al. (2007b)

Posterior a este proceso y como resultado de la divulgación y convalidación de los resultados del estudio, se vincularon Proexport, el Ministerio de Comunicaciones y la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas ACIS, permitiendo generar mayores sinergias en el estudio.

La definición de lineamientos estratégicos para el fortalecimiento de la competitividad de la industria del software, tomó como referencia cinco herramientas para el análisis de información y la generación de conocimiento relacionado con el estado actual y futuro de la industria. La implementación de estas herramientas se complementó con la articulación y vinculación de actores al ejercicio y el fortalecimiento de las capacidades del sector a través de la consolidación del Grupo Ancla. En primer lugar, se realizó un pre-diagnóstico con el objetivo de generar un consenso al momento de abordar el sistema productivo que enmarca el software y los servicios asociados (SSA), describiendo las características, la clasificación, las metodologías de desarrollo y el mapa de la industria del SSA en Colombia. Una vez delimitadas las actividades de la industria del software, se realizó un análisis del entorno político, impactos económicos, ambiente institucional y desarrollo científico y tecnológico, el cual permitió identificar las oportunidades, limitaciones y brechas de Colombia con respecto a los desarrollos adelantados en países líderes en el nivel mundial y regional (en América Latina); para esto se realizó un *benchmarking* de países líderes y se hizo un diagnóstico del estado del arte en Colombia.

5.4.4 Retos en la implementación de sistemas de inteligencia tecnológica

La revisión de los casos de implementación del sistema de inteligencia tecnológica por el grupo de investigación BioGestión de la Universidad Nacional realizada en secciones anteriores, retomada de trabajos precedentes, permite establecer la cobertura del análisis, la participación de los actores y el fortalecimiento de las capacidades del sector. En la Tabla 5-5 se resumen algunas características relevantes de la implementación del SIT en cada uno de los casos.

Teniendo en cuenta estas características y los criterios de fortalecimiento de capacidades y participación de actores propuestos, en la Figura 5-6 se presenta la evolución de los casos de estudio, en donde la cobertura hace referencia a la información disponible, el tiempo y los recursos destinados para la implementación del SIT.

En lo que se refiere al caso A, se encuentra que la cobertura fue amplia, en razón del tiempo disponible y de los recursos destinados para la obtención de información primaria que complementara el análisis de la cadena. Además, las dinámicas del sector cacaoero mundial y nacional hacen posible contar con información de forma satisfactoria. En la definición de la agenda de investigación prospectiva de la cadena a través de la implementación del SIT se logró contar con una activa participación de los actores tanto del nivel central (Consejo Nacional, Comités, etcétera) como de las diferentes regiones cacaoteras del país, generándose de este modo diversos espacios para la divulgación y propiciando la apropiación de los resultados en la cadena. Un aspecto por fortalecer es la generación de mecanismos que permitan hacer posible que el SIT sea implementado de forma dinámica para el redireccionamiento permanente de la agenda de investigación.

Tabla 5-4. Aplicación del SIT en el direccionamiento estratégico de la industria del software en Colombia

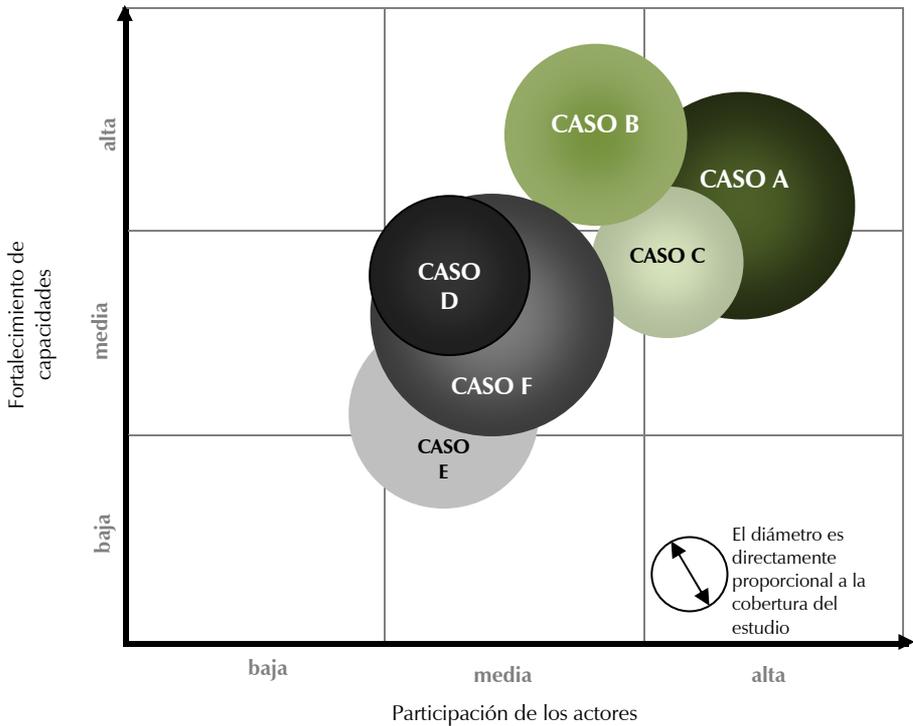
COMPONENTES	Herramientas	Diagnóstico	Benchmarking	Vigilancia tecnológica y comercial	Prospectiva
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS	Procedimiento	Definición de un mapa de la industria del software. Análisis de diagnósticos.	Revisión de documentos disponibles en Internet en páginas oficiales de gobiernos de los países referentes.	Análisis cuantitativo de patentes y producción científica nacional.	Ábaco de Régnier, IGO, método Delphi
	Aspectos evaluados	Se evaluó el entorno político, impactos económicos, ambiente institucional y desarrollo científico y tecnológico, tomando como referencia el mapa de la industria.	Se evaluó el entorno político, impacto económico, ambiente institucional y desarrollo científico y tecnológico de países asiáticos, europeos, norteamericanos y latinoamericanos.	Se establece el desarrollo tecnológico a través del análisis de patentes y se realiza una revisión de capacidades nacionales en investigación.	Se identificaron aspectos relevantes, variables clave, factores críticos y demandas de la cadena. Adicionalmente se realizó la construcción de los escenarios futuros.
	Resultados del análisis de la información	Identificación de oportunidades y limitaciones de la industria en Colombia.	Identificación de las mejores prácticas y brechas de desarrollo para Colombia.	Identificación de tendencias de investigación, desarrollo tecnológico y mercado. Priorización de focos de desarrollo de la industria.	Identificación de factores críticos y del escenario a-puesta para el año 2015. Priorización de focos de desarrollo de la industria.
ANÁLISIS INTEGRADO					
GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO					
CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS					
RESULTADO FINAL					
Definición de lineamientos estratégicos para el desarrollo tecnológico de la industria de software y servicios asociados SSA visión 2015.					

Fuente: información tomada de MCIT-UNC (2007)

Tabla 5-5. Características de casos de estudio de la implementación del SIT

CASO	ORGANIZACIÓN	FECHA DE REALIZACIÓN	DURACIÓN	HERRAMIENTAS IMPLEMENTADAS
A	Cadena productiva de cacao-chocolate	2007	14 meses	4 herramientas
B	Industria de software y servicios asociados	2007	7 meses	4 herramientas
C	Cadena productiva del tabaco	2006	4 meses	5 herramientas
D	Direccionamiento estratégico de la biotecnología	2005	12 meses	4 herramientas
F	Empresa del sector agroindustrial	2005	10 meses	4 herramientas
E	Sector de empaques plásticos flexibles y semi-rígidos	2004	5 meses	4 herramientas

Figura 5-6. Evaluación de los casos de implementación de los SIT



Para el caso B se encontró que la disponibilidad de tiempo fue mayor que en el caso C, pero la cobertura se disminuyó en razón a las dificultades para caracterizar el sector objeto de estudio, siendo este aspecto en el cual se invirtió una parte importante del tiempo,

además, las fuentes de información fueron exclusivamente secundarias aunque de buena calidad. La definición de los lineamientos estratégicos para el desarrollo tecnológico de la industria de software y servicios asociados - SSA visión 2015 permitió contar con la participación de actores importantes del sector, sin embargo, el número de participantes fue muy pequeño si se compara con el total del sector, y adicionalmente hubo centralización regional de los actores consultados. Uno de los aspectos más relevantes en la aplicación del SIT en la industria del software fueron las capacidades del sector, debido a que se formó el grupo Ancla para la implementación de la inteligencia tecnológica y se alcanzó la apropiación de las estrategias generadas, de forma tal que en la actualidad se están impulsando proyectos que permitan hacerlas efectivas.

Se encuentra que el caso C fue el estudio que tuvo la menor duración y, aunque se aplicó un mayor número de herramientas de gestión tecnológica, su cobertura fue la menor. Contó con una activa participación de los actores del sector, aunque restringidos al nivel central (solo en el Consejo Nacional), la cual ha conllevado a la generación de una segunda etapa que permita la ampliación de la cobertura de la implementación del SIT. A pesar de la satisfactoria participación de los actores no se generó plenamente un fortalecimiento de las capacidades del sector en lo que se refiere a la apropiación de la metodología, pero sí se logró una concientización sobre la importancia de la inserción de metodologías como el SIT para el direccionamiento de la cadena, lo cual se evidencia en los esfuerzos por realizar una segunda etapa, y en el sentido de pertenencia frente a las estrategias generadas.

Con respecto al caso D, se encuentra que se tuvo una amplia cobertura, recursos suficientes y por ser un estudio de un sector estratégico para el país, contó con la participación de actores representantes de entidades directamente relacionadas con la biotecnología, lo que permitió contar con un conjunto importante de información. Sin embargo, las entidades participantes, y por ende los actores, fueron de tipo gubernamental y del entorno académico e investigativo, perdiendo representatividad el sector empresarial. Es precisamente por esta razón que la cobertura de la implementación y la participación de actores, estuvo enfocada en el ámbito investigativo. Un aspecto sobresaliente de este estudio fue la participación precisamente de entidades gubernamentales que dan las directrices y el direccionamiento del sector y en consecuencia, las estrategias generadas han sido debidamente apropiadas en la concepción de planes y políticas.

En relación con el caso E, consistente en aplicar la inteligencia tecnológica en una empresa, la cobertura fue la adecuada porque esta organización tenía toda la información necesaria, aunque un punto por fortalecer es la disponibilidad de información del mercado que, en contraste con la información tecnológica, es de acceso más restringido. Se contó con la participación de actores de los diferentes eslabones de la cadena de valor de la empresa, pero fue el gerente de producción quien apropió la metodología y los resultados. Sin embargo, este último aspecto se debe fortalecer debido a que solo se logró la apropiación por una persona y fue solo de forma parcial, ya que la implementación del SIT fue realizada como un proyecto por el equipo de la universidad, externo a la empresa.

Para el caso F se dieron unas dinámicas particulares en la implementación del SIT; aunque participaron diversas entidades del sector de empaques plásticos de diferentes niveles como el académico, el gremial, el gubernamental y el investigativo, se encontró que la implementación de las herramientas de gestión fue realizada por grupos específicos, de forma que la metodología fue apropiada de manera parcial, es decir, los integrantes de las entidades participantes trabajaron solo la metodología de una de las herramientas y no el marco metodológico integrado. Sin embargo, esta diversidad de actores permitió que se contara con información completa del sector. Una ventaja significativa, igual que en el caso D, fue la articulación de entidades como Acoplásticos y el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho (ICIPC), quienes pueden dar continuidad a las estrategias generadas.

A partir del análisis de los casos es posible distinguir dos generaciones. La primera generación (D, E y F), corresponde a una etapa en que, durante la aplicación del SIT, aún no implicó la asimilación plena de los componentes del sistema como la generación de conocimiento, lo cual a su vez planteó la necesidad de fortalecer las capacidades del sector o de la organización receptora de los resultados. Adicionalmente se analizó que en estos casos se presenta una inadecuada articulación de las herramientas de la inteligencia para la construcción de estrategias. Se observó que esta última se generaba solamente al final del proceso y de manera lineal se acumulaba el aporte de cada herramienta. Lo anterior implicó plantear soluciones para mejorar la flexibilidad y dinamicidad del SIT.

En la segunda generación (A, B y C), estudios llevados a cabo más recientemente, se buscó fortalecer las capacidades y realizar una construcción de las estrategias desde la implementación de las herramientas de gestión tecnológica, pero al igual que en la primera generación, después de su ejecución se concluyó que era necesario insertar mecanismos que permitan la dinamicidad en la aplicación del SIT para la generación de estrategias de forma permanente, facilitando a las organizaciones adaptarse a los cambios del entorno para generar ventajas competitivas sostenibles.

En general, la revisión de la metodología utilizada en los diferentes casos de aplicación del sistema de inteligencia tecnológica, muestra un proceso que inicia con la implementación de herramientas y culmina con la estructuración de estrategias, en el cual no es posible evidenciar cómo los resultados de la aplicación de las herramientas aportaron en cada caso en la definición del direccionamiento resultante, de tal forma que también indujeron a la necesidad de fortalecer la dinamicidad del sistema.

Adicionalmente, a partir del análisis de los casos de implementación del sistema de inteligencia tecnológica se pueden establecer algunas convergencias favorables y otras desfavorables que se presentan en la Tabla 5-6. En este sentido, las siguientes convergencias dejan ver que en dicha implementación existen algunos retos que deben ser afrontados por las organizaciones para su adecuada apropiación:

- Generación de un equilibrio adecuado en la participación de expertos externos y actores de la organización en el proceso.

- Desarrollo de competencias endógenas de las personas para una adecuada apropiación de las actividades del sistema de inteligencia tecnológica.
- Autogestión de las actividades del sistema de inteligencia tecnológica por parte de las organizaciones.
- Utilización del aprendizaje y conocimiento de cada ciclo del proceso para el mejoramiento continuo del mismo sistema.
- Disponibilidad de infraestructura y del tiempo que requiere el sistema de inteligencia para su ejecución.

Tabla 5-6. Convergencias favorables y desfavorables en los casos de implementación del SIT analizados

Convergencias favorables	Convergencias desfavorables
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización de datos e información de diferentes fuentes que están en permanente actualización. ▪ Manejo de diferentes herramientas de gestión y su adaptación al contexto en el cual son aplicadas. ▪ Uso del conocimiento generado de unas actividades para alimentar el desarrollo de otras. ▪ Intervención de algunos miembros de las organizaciones en la definición de los parámetros de desarrollo del proceso de inteligencia tecnológica. ▪ Claridad en los objetivos de la implementación del sistema de inteligencia tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja apropiación de la metodología. ▪ Ausencia de mecanismos para el seguimiento y evaluación de las estrategias y del mismo sistema. ▪ Ejecución del proceso en un gran porcentaje por expertos externos a la organización. ▪ Ausencia de continuidad en las actividades de inteligencia tecnológica en las organizaciones. ▪ Carencia de interacción del sistema con otros procesos de la organización. ▪ Delegación de las tareas del proceso de inteligencia a posiciones individuales dentro de la organización.

Adicionalmente a las dificultades observadas en la implementación del sistema de inteligencia tecnológica, que conlleva retos endógenos, se encuentran los retos exógenos impuestos por los cambios que surgen en el entorno en el que se encuentran inmersas las organizaciones. Estos retos están asociados a la necesidad de obtener información oportuna y de calidad sobre los sucesos tecnológicos que afectarían la firma, así como la capacidad para integrar de forma permanente la información que se genera.

Del análisis de casos presentado previamente, así como de la revisión de otros casos reportados en la literatura, se concluye sobre la urgencia de un nuevo enfoque que permita fortalecer y dinamizar los sistemas de inteligencia tecnológica, haciéndolos coherentes con las estructuras organizacionales y garantizando su funcionamiento continuo en el tiempo para la generación de valor en la toma de decisiones. Por cuanto la dinamicidad y la flexibilidad se habían visto comprometidas, particularmente por la secuencialidad en la aplicación de las herramientas y la moderada agregación de conocimiento y su gestión, se plantea que, sobre la base de la implementación de los SIT, tendencialmente se estaba aplicando un enfoque epistemológico determinístico-cartesiano, el cual ofrece ventajas metodológicas, pero a su vez, seguramente había limitado el alcance esperado en los atributos propuestos.

Por lo anterior y para mejorar el desempeño de los SIT, en los siguientes párrafos se recurre a la complementación de los procesos planteados con ayuda de la perspectiva de la complejidad, la cual puede proveer un marco analítico y conceptual que a su vez permite reconocer las interacciones de los componentes del SIT, mejorando posiblemente su comprensión, articulación y eficiencia.

5.5 EL APORTE DE LA COMPLEJIDAD EN EL SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

En los sistemas intervienen diferentes agentes que se relacionan entre sí y con el entorno, afectándose mutuamente a través del tiempo, por tanto su estudio principalmente debe establecer las conexiones que existen entre dichos agentes y el medio que los rodea, así como las propiedades que pueden emerger de la interacción, más que la comprensión de cada parte. En este contexto, la teoría de la complejidad aporta elementos fundamentales para pensar y abordar los sistemas, y en general, la realidad del mundo. Así mismo, el sistema de inteligencia está compuesto de diferentes elementos que interactúan con un fin específico, ejerciendo influencia unos sobre otros, que además influye y es influido por el entorno en el cual es aplicado. Por tanto puede ser estudiado con la visión del pensamiento complejo para su mejor comprensión y enriquecimiento metodológico en la generación de conocimiento y formulación de estrategias que garanticen la competitividad de la organización.

El pensamiento complejo tiene su esencia en la tradición perdida de abordar el mundo y el ser humano desde un punto de vista hermenéutico. Pero su avance es reciente y tiene que ver con el empuje dado por los descubrimientos científicos en la física y la biología (procesos de incertidumbre, irreversibilidad, caos en los sistemas, impredecibilidad de fenómenos, azar, etcétera), el desarrollo de la teoría de sistemas en ciencias sociales e ingeniería informática, y la consolidación de metodologías de investigación diferentes al método científico tradicional (Tobón y Agudelo, 2000).

La ciencia clásica que aparece con la modernidad, desarrolló el paradigma de la simplicidad y el determinismo, basado en la simplificación del conocimiento de las realidades por entender. Así, los fenómenos por analizar se separaban en todos los componentes posibles, con el convencimiento de que el estudio de cada uno de forma individual era la única vía posible para la comprensión del todo, que no era más que la suma de las partes (Gómez, 2005). Sin embargo, desde mediados del siglo XIX se han encontrado y descrito fenómenos que escapan a este paradigma. Los desarrollos en ciencia y tecnología han permitido descubrir que los procesos de reducción del conocimiento de un todo a las partes que lo componen tienen sus límites en la realidad misma (Rodríguez, 2004). De este modo, el pensamiento complejo se impone progresivamente ante los límites, las insuficiencias y las carencias del pensamiento simplificante (Morin, 1999).

La complejidad ha sido relacionada con la diversidad de elementos que componen una situación; un todo que se compone de partes que interactúan, las cuales a su vez se encuentran en contacto con su medio ambiente. Desde este ángulo, toda la vida está ro-

deada del concepto de complejidad (Cornejo, 2004). La raíz griega de la palabra sugiere el concepto de *entrelazarse*, como en una prenda tejida. En el habla cotidiana es sinónimo de *complicación*: algo con muchas partes e interconexiones. En este sentido, un sistema no es complejo únicamente por la variedad o el número de sus componentes, sino también por sus interconexiones (Battram, 2001).

Para Morin (1999), la complejidad es un tejido de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Así mismo, expresa que a primera vista la complejidad es un fenómeno cuantitativo, una cantidad extrema de interacciones e interferencias entre un número muy grande de unidades, relacionados siempre con el azar. El Grupo Santa Fe expresa que la complejidad trata de la naturaleza de la emergencia, la innovación, el aprendizaje y la adaptación (Grupo Santa Fe, 1996, citado en Battram, 2001).

Referirse a la complejidad como una ciencia es considerar que no es un bloque teórico, sino un conjunto de campos de estudio, a menudo dispares, unidos por un interés común en una serie de conceptos. La ciencia de la complejidad es una manera genérica para designar aquel conjunto de fenómenos, comportamientos y sistemas que no cabe explicar apelando ya únicamente a criterios tradicionales como causalidad, con base en la filosofía del reduccionismo, separando sujeto y objeto, descomponiendo un todo en sus partes para explicar la estructura, la dinámica, el comportamiento y la evolución del sistema de que se trate (Maldonado, 2005).

El enfoque de la teoría de la complejidad aporta valiosos elementos para el análisis de sistemas, abordándolos desde un punto de vista hermenéutico. En este sentido, el sistema de inteligencia constituido por tres componentes que se articulan, los cuales ejercen influencia unos sobre otros, y que además influye y es influido por el entorno en el cual es aplicado, debe ser implementado bajo la visión del pensamiento complejo para su mejor comprensión y enriquecimiento metodológico en la generación de conocimiento y formulación de estrategias que garanticen la competitividad de la organización.

5.5.1 Elementos destacados de la complejidad para el estudio de los sistemas

En el estudio de los sistemas son varias las temáticas de la complejidad que se han utilizado con el fin de realizar una interpretación lo más cercana posible al comportamiento de estos y poder, de esta forma, generar alternativas para su mejoramiento continuo. La revisión realizada de la complejidad en trabajos anteriores (García *et al.*, 2006) permite destacar los siguientes conceptos para el análisis de los sistemas, los cuales posteriormente serán retomados para fortalecer conceptualmente los atributos del SIT:

- **La autoorganización** es el proceso en el cual un sistema escoge un estado en el punto de bifurcación como resultado de la variabilidad individual o las fluctuaciones; sus componentes de forma natural se comunican entre sí, cooperando repentinamente en la coordinación y concertación de un comportamiento común. Es un principio fundamental del universo en el cual se vive y se trabaja (Kelly, 2000). Este concepto permite analizar cómo, a partir de la interacción de los elementos que conlleva un sistema, se genera

nuevo conocimiento y nuevas formas para la actuación con el fin de cumplir con el propósito de este.

- **La recursividad** implica que el producto de un proceso nutre su principio, es decir, los productos y los efectos últimos se convierten en los elementos y componentes primeros (Garcíandía, 2005), lo que los hace necesarios para el proceso que los genera. Bajo la noción de recursividad se puede comprender que en los sistemas, los resultados de las diferentes actividades son el insumo para que estos inicien nuevamente su ciclo o proceso de actuación. Es decir, la nueva información generada ingresa al sistema para producir su existencia y regeneración. La idea de recursividad destaca entonces que en los procesos de un sistema no existe un principio o un final que puedan distinguirse físicamente. La recursividad como fenómeno funcional implica un recomienzo continuo, un ciclo no interrumpido (Etkin y Schvarstein, 1995), lo que garantizaría la permanencia de los sistemas en su medio.

- **La retroalimentación** es la acción de alimentar o reportar al origen de una acción los resultados de dicha acción, ayuda a definir la situación a enfrentar en el futuro y la valoración del problema (Serman, 2001); en este sentido, permite el control de un sistema para reorientar periódicamente su funcionamiento. Esto implica tener claridad sobre los propósitos de dicho sistema y una evaluación del cumplimiento de estos, de tal forma que los resultados de su ejercicio puedan ser reintroducidos para modificar el proceso general de actuación y por tanto, su desempeño.

- **El principio hologramático** expresa que no solamente la parte está en el todo; el todo está en el interior de la parte. Si se considera una empresa como un todo y cada uno de sus subsistemas como las partes que la constituyen, es válido expresar que las reglas de la empresa y el conocimiento que se posee de su actividad, permean el funcionamiento de sus subsistemas, influenciando así las estructuras y los procesos de estos.

- **Los atractores**⁵² son zonas dinámicas de atracción que delimitan el comportamiento de variables en aparente desorden. En los sistemas son marcos de referencia que permiten la dinámica compleja en sus diferentes dimensiones, permitiendo establecer ciertos límites para el desempeño de las variables que los integran. En su conjunto definen aspectos primordiales de los sistemas como la conducta, la respuesta ante el medio ambiente y su operatividad interna. La importancia de los atractores radica en su conocimiento y modificación para cambiar la conducta de los sistemas hacia niveles más altos de desempeño (Cornejo, 2004). En este orden de ideas, la definición de atractores ayuda a regular el funcionamiento de un sistema y a mantener su propósito. Además, tomando en cuenta que los atractores son dinámicos, su cambio proporciona nuevos retos para el mejoramiento continuo del sistema.

- El desarrollo de la teoría de los **sistemas complejos adaptativos** aporta en el entendimiento de los sistemas compuestos por diversos componentes que interactúan entre sí y con el medio que los rodea, con un propósito definido, en los cuales el trata-

⁵² El concepto de atractor, como se cita en la Teoría de caos, es el de patrones de orden que se encuentran detrás del desorden. En el ambiente organizacional, aquellos atractores que existen permiten la evolución dinámica de las diferentes variables que la integran, aún sin control y supervisión.

miento de la información y el conocimiento son fundamentales para su supervivencia, dado la permanente interacción con el entorno. El funcionamiento de un sistema complejo adaptativo proporciona elementos como la organización y el tratamiento de la información que pueden ser utilizados para comprender la dinámica de sistemas con características complejas. Así, se puede enriquecer la estructura y los procesos de generación de conocimiento en los sistemas, aspectos que son indispensables para su evolución y apropiación.

5.5.2 Integración de la complejidad en el sistema de inteligencia tecnológica

La integración de la complejidad para el estudio de los sistemas de inteligencia tecnológica busca un mejor entendimiento de este para su implementación, dinámica y permanencia en las organizaciones y en el fortalecimiento del SIT; para ello, se retoma la revisión de los conceptos realizada en la sección anterior, los cuales son: la autoorganización, la recursividad, lo hologramático, los atractores, la retroalimentación y los sistemas complejos adaptativos. Estos son considerados porque ofrecen parámetros importantes para el conocimiento funcional de los sistemas, además de ser algunos de los conceptos más relevantes dentro de la teoría de la complejidad.

Figura 5-7. La organización como sistema complejo adaptativo superior



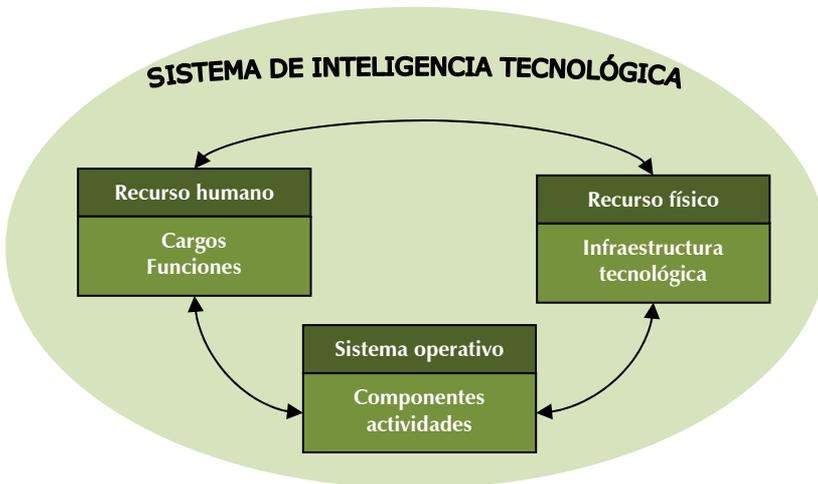
En primer lugar, es importante considerar las organizaciones como sistemas complejos adaptativos (Figura 5-7), compuestas de subsistemas, a su vez considerados elementos complejos adaptativos que interactúan entre sí y con el entorno, lo cual lleva a que el sistema de inteligencia tecnológica sea visto como un subsistema complejo adaptativo en la empresa, que facilitaría su integración en la estructura de esta.

Como **sistema complejo adaptativo**, el sistema de inteligencia tecnológica debe poseer cierta autonomía e independencia para su desarrollo, es decir, debe tener sus propias condiciones para funcionar. A su vez, sus elementos constitutivos pueden ser vistos como

subsistemas integrados por diversas componentes. Esta característica hace referencia a la organización jerárquica del sistema, tomando en cuenta que toda entidad en un sistema complejo puede ser descrita como un conglomerado de pequeñas partes (Parrot y Kok, 2000).

Considerando esta característica, un sistema de inteligencia tecnológica estaría compuesto de tres niveles, los cuales a su vez se integran por elementos que lo determinan. En el primer nivel se encontraría el sistema operativo (representado en la Figura 5-8), que como se ha definido, consta de tres componentes (aplicación de herramientas, generación de conocimiento e implementación de estrategias), las cuales a su vez tienen asociadas actividades específicas. El segundo nivel estaría constituido por el recurso humano, en donde se encuentra la disposición jerárquica y las funciones. El tercer nivel haría referencia a los recursos físicos y estaría compuesto básicamente por la infraestructura física y la tecnología (software). Estos dos últimos niveles consideran la disposición con la que se debe contar para el funcionamiento del sistema en la organización. La Figura 5-8 representa el planteamiento realizado.

Figura 5-8. Niveles del sistema de inteligencia tecnológica



Por otro lado, la **autoorganización** confiere a los sistemas de inteligencia la posibilidad de considerar tanto las influencias internas⁵³ como las externas⁵⁴, que implican transformaciones en este de forma que se ajuste a las necesidades y eventos que surgen. Para afrontar estas transformaciones es indispensable el conocimiento que las personas adquieren del proceso de inteligencia tecnológica. Este conocimiento es lo que permite que,

⁵³ Resultados de la actuación interna, interacción permanente entre los elementos del sistema de inteligencia y el resto de componentes de la organización, los conocimientos y habilidades que adquieren las personas en la ejecución del sistema que afectarán su estructura

⁵⁴ Cambios permanentes, avances metodológicos y tecnológicos que se dan con relación a la inteligencia tecnológica.

ante las nuevas circunstancias, emerjan consideraciones para la evolución de la estructura del sistema y su funcionamiento, en otras palabras, que se produzca autoorganización.

La **recursividad** permite que exista un seguimiento al logro de las ventajas competitivas en los sistemas de inteligencia tecnológica, y que la información que proporciona esta actividad y su conversión en conocimiento alimente el proceso, produciéndose así su regeneración. Por tanto, será posible un ciclo ininterrumpido donde siempre se estará buscando el avance de la organización, favoreciendo la permanencia del sistema en esta.

El aspecto **hologramático** implica que el sistema de inteligencia tecnológica sea considerado como subsistema que hace parte de la empresa y que, por tanto, está influenciado por los objetivos y los resultados generales como un todo. Es decir, harían parte de la organización y esta a su vez estaría presente en su estructura y funcionamiento, aspecto que adquiere importancia para la apropiación del sistema por parte de las personas. Sin embargo, uno de los aspectos que más influencia tendría en el sistema de inteligencia tecnológica es el conocimiento de las personas; esto provoca que no solo el conocimiento que se genera a través de los sistemas de inteligencia tecnológica esté en la organización, sino que el conocimiento relacionado con el funcionamiento de la misma aporta al sistema de IT en la contextualización de los resultados que se obtienen, para una mejor toma de decisiones y elaboración de estrategias.

Los **atractores** para el sistema de inteligencia tecnológica serían los objetivos que definen y concretan las necesidades específicas por las cuales se acude a la implementación de dicho sistema y a su permanencia en la organización. Su clara definición es un factor clave para el éxito del proceso, dado que conforman el marco general dentro del cual se realizarían las diferentes actividades, y por consiguiente, constituyen una guía para la actuación de las personas. Adicionalmente, los objetivos, la misión y las metas que se definen para el sistema de inteligencia, deben estar directamente alineados con los grandes atractores de la organización (la misión, la visión y los objetivos del negocio), de forma que exista coherencia en la búsqueda de la creación de ventajas competitivas.

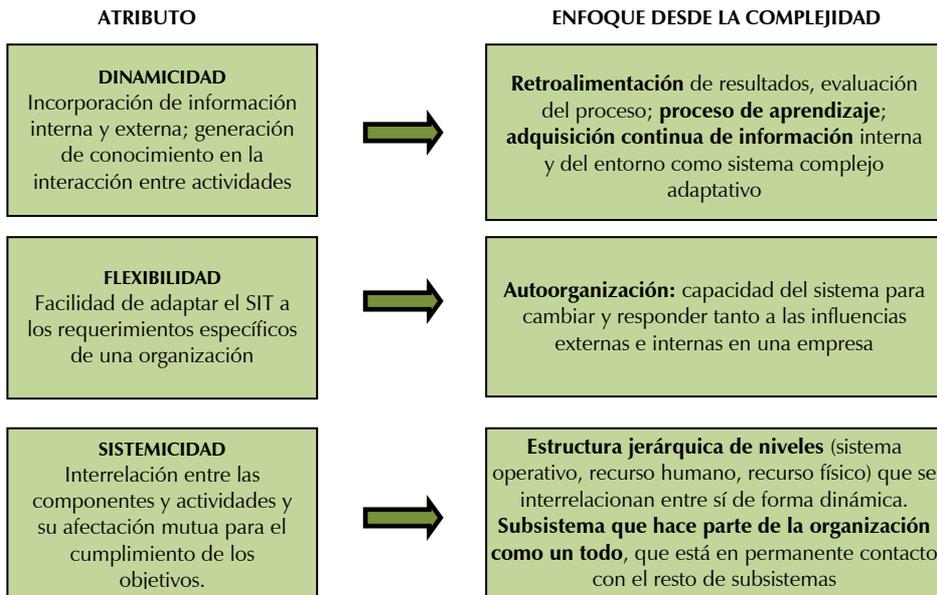
La **retroalimentación**⁵⁵ aportará a la regulación los sistemas de inteligencia tecnológica, lo cual podría llevarse a cabo mediante la actividad de seguimiento y evaluación. El seguimiento buscaría garantizar la implementación de las estrategias, e igualmente admitiría la valoración del impacto de estas, partiendo de los objetivos de desarrollo trazados, de forma que se pueda establecer cuáles son las consecuencias para la organización como un todo. La evaluación permitiría obtener información concreta acerca del proceso con el fin de detectar fallas y hacer las correcciones correspondientes para lograr mejores resultados en la operación sucesiva del sistema.

⁵⁵ Mediante la retroalimentación, un sistema puede autorregularse y mantener un estado de equilibrio dinámico. Para lograr el autocontrol, el sistema debe mantenerse informado acerca de un conjunto de variables que son estratégicas y relevantes en su quehacer (Andrade et al., 2001). Por tanto, es necesaria la presencia de mecanismos para la captura de información con calidad y oportunidad sobre las operaciones de dicho sistema y su impacto en el entorno.

5.5.3 La complejidad en los atributos del sistema de inteligencia tecnológica

Desde la complejidad es posible otorgar a los atributos del sistema de inteligencia planeados una nueva dimensión con el fin de que se cumplan en la práctica y faciliten su integración en las estructuras organizacionales, así como su continuidad. Para ello, a continuación se analiza cada atributo a partir del enfoque de la complejidad, lo que se resume en la Figura 5-9.

Figura 5-9. Los Atributos del Sistema de Inteligencia Tecnológica desde la Complejidad



La Dinamicidad. Inicialmente este atributo se planteó desde la incorporación de información, tanto externa como interna, de diferentes fuentes y a lo largo de un periodo de tiempo, y a la generación de conocimiento en la interacción entre actividades. Desde la complejidad, la dinamicidad debe hacer referencia a la retroalimentación permanente de los resultados en la implementación de las estrategias y la evaluación de la aplicación de la inteligencia tecnológica, donde se da un proceso de aprendizaje que implica cambio y evolución tanto para la organización como para el sistema. De otro lado, si se considera el sistema de inteligencia tecnológica como adaptativo complejo se estará, permanentemente, adquiriendo información tanto interna como del entorno para transformarla en conocimiento, lo cual permitirá que las estructuras de conocimiento de las personas involucradas avancen y por tanto, se puedan generar cambios.

La Flexibilidad. Se definió anteriormente como la facilidad de adaptar el sistema a los requerimientos específicos de una organización. Desde la complejidad, esta debe ser vista como autoorganización que expresa la capacidad del sistema para cambiar y responder a las influencias externas e internas. Esta capacidad se crea a través del conocimiento que

adquieren las personas, quienes se interrelacionan entre sí de manera informal o formal, explorando sus habilidades para generar nuevas consideraciones sobre la estructura y funcionamiento del sistema de inteligencia tecnológica.

La autoorganización permitirá la adecuación del sistema de inteligencia a los procesos y acciones propias que realiza una organización para el logro de sus objetivos. Es decir, el sistema se adapta a la estructura y esquemas organizativos de la institución a la cual sirve. Igualmente, esta posibilitará la respuesta del sistema a los requerimientos de nuevas tareas que se presenten debido a situaciones internas o externas de la organización, dado que la retroalimentación constante del conocimiento proporciona a las personas capacidades para afrontar los cambios necesarios en las actividades y estructura del sistema.

La Sistemicidad. El atributo sistémico se consideró como la interrelación entre las componentes y actividades del sistema operativo y su afectación mutua para el cumplimiento de sus objetivos. Desde la complejidad, ese atributo implica admitir el sistema de inteligencia tecnológica compuesto de diferentes niveles como el sistema operativo, el recurso humano y el recurso físico que se interrelacionan entre sí de forma dinámica para lograr el propósito de este.

Además, si se considera la organización como un sistema complejo adaptativo con una disposición jerárquica, cada una de sus áreas son subsistemas con características propias de funcionamiento que interactúan de forma permanente para alcanzar los objetivos empresariales. Esto implica que el sistema de inteligencia debe ser visto como un subsistema que hace parte del todo, que está en permanente contacto con el resto de subsistemas, y dado que su propósito general es crear ventajas competitivas, apoya directamente el desarrollo de la organización; por tanto, es importante su formalización a través de un equipo de trabajo con funciones específicas y la creación de un espacio para el desarrollo de las actividades.

Finalmente, referente al posible aporte de la complejidad en el SIT, se puede mencionar que actualmente en uno de los proyectos desarrollados por BioGestión, denominado “Definición de agendas de investigación en cadenas productivas agroindustriales a partir de sistemas de inteligencia tecnológica”, ejecutado conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, se están incorporando modificaciones en comparación con los proyectos mencionados anteriormente en este capítulo. En este caso, durante las primeras fases del proyecto se ha evitado la secuencialidad rígida en la aplicación de las herramientas, cada cadena productiva define la arquitectura en la implementación de estas en función de su especificidad y su complejidad, estos procesos de adaptabilidad vuelven explícitos para lograr un aprendizaje permanente. La estrategia se empieza a construir desde el inicio del proyecto. Estas y otras adecuaciones metodológicas buscan retomar elementos de complejidad para mejorar el desempeño del sistema. Este nuevo enfoque ha permitido la ejecución de un proceso de mayor flexibilidad en el que se ha aumentado la dinámica de los actores y se ha conseguido un mayor grado de apropiación de las metodologías y de los resultados finales, al igual que un manejo de los tiempos más eficiente. Sin embargo, el impacto final solo podrá evaluarse después de la

elaboración de las agendas de investigación y desarrollo, lo cual permitirá ajustar y adaptar el SIT a nuevos retos.

5.6 CONCLUSIONES

El sistema de inteligencia tecnológica concebido como un mecanismo para la generación de conocimiento endógeno y exógeno a la organización objeto de estudio que permite fortalecer la toma de decisiones y la formulación de estrategias, garantizando de este modo la creación continua de ventajas competitivas. Este enfoque ha sido implementado en diversos ámbitos y organizaciones con una metodología que se adapta al contexto en el cual se implementa. Los países que han visto en la inteligencia tecnológica un mecanismo poderoso y eficiente para direccionamiento del manejo de la variable tecnológica son principalmente Estados Unidos, Reino Unido, España, Brasil, México y Colombia.

El sistema de inteligencia que involucra la búsqueda, obtención y análisis de información, que se hace a través de la implementación de herramientas de gestión tecnológica seleccionadas de acuerdo con los objetivos del estudio, debe generar el conocimiento suficiente sobre la organización objeto de estudio para lograr la adecuada formulación de estrategias y direccionamiento estratégico. La eficiencia e impacto del proceso de fortalecer la capacidad que implica la inteligencia dependerá, a su vez, de la recursividad y aprendizaje que se genere en las organizaciones, mediante la asimilación y análisis permanente de la dinamicidad, flexibilidad y sistematicidad, como atributos del sistema.

Para lograr que el sistema de inteligencia tecnológica se integre y permanezca en las organizaciones, es importante que estas lo consideren como un generador de valor que mejora la capacidad de absorber información de diferentes fuentes y que permite utilizar el conocimiento interno creado, tanto tecnológico como no tecnológico. Percibido de esta forma, se producirá un aprendizaje estratégico en la organización, así como una cultura para prever y visión de largo plazo, al igual que habilidades para identificar, procesar y asimilar información económica y tecnológica, con lo cual se pueden desarrollar ventajas competitivas.

La complejidad ofrece una alternativa para el estudio del SIT, ya que proporciona elementos conceptuales que permiten comprender la dinámica de las interacciones intrínsecas de sus componentes, la organización en la cual se implementa y el entorno para la generación de conocimiento y formulación de estrategias. Adicionalmente, esta nueva visión del SIT aporta elementos que facilitan su implementación, integración y continuidad en las organizaciones, de forma que se aprovechen las ventajas que brinda el desarrollo de esta capacidad.

La experiencia y el conocimiento que se adquiere en cada caso de implementación llevan al mejoramiento del desarrollo del proceso del SIT en las organizaciones. Esto beneficia tanto a la industria como a la academia, ya que se genera conocimiento aplicado, destacándose este en las últimas décadas como un factor clave para el avance de los países en cuanto a su productividad y mejoramiento de la calidad de vida de todos sus habi-

tantes. En este sentido, se resalta el papel que juega la universidad, no solo en su función de formadora, sino como ente activo en la solución de las necesidades del sector productivo del país, proponiendo y desarrollando este tipo de modelos de gestión.

Los resultados del análisis de los casos en los cuales se implementó el sistema de inteligencia tecnológica, evidenciaron la necesidad de contar con una metodología que permita establecer mecanismos que ayuden a evaluar y realizar seguimiento al sistema de inteligencia tecnológica en su aplicación en los diferentes niveles, para así optimizar la eficiencia de este. La implementación de sistemas de inteligencia tecnológica ha demostrado que debido a su dinamicidad, a las diversas fuentes de información con calidades diferentes, y a los cortos periodos de tiempo para su implementación, se hace necesario evaluarlo, realizarle seguimiento y retroalimentarlo constantemente, así como establecer su aporte a la generación de productos y procesos innovadores. El reto de generar este subsistema que aborde lo anteriormente propuesto se ha constituido en el objetivo de los desarrollos en marcha.

5.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Abell, D.F., *Competing Today While Preparing for Tomorrow.*, Sloan Management Review, Vol. 40, 1999.
2. Agrocadenas, Observatorio de Competitividad Agrocadenas Colombia, MARD e (IICA), 2006. Disponible en: <<http://www.agrocadenas.gov.co/>>
3. Andrade, H., Dyner, I., Espinosa, A., López, H., Sotaquirá, R., *Pensamiento Sistémico: Diversidad en Búsqueda de Unidad*, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2001.
4. Battram, A., *Navegar por la Complejidad.*, Barcelona: Granica, 2001.
5. Berti, L., *Quality and recommendation of multi-source data for assisting technological intelligence applications.*, Conference Proceedings of DEXA'99: 10th International Conference and Workshop on Database and Expert Systems Applications, 30 Aug.-3 Sept. 1999 , Florence, Italy, 1999.
6. Brockley, E., *Emerging Technology Intelligence: Scanning and Monitoring for Strategic Planning.* Massachusetts Institute of Technology. Boston, Estados Unidos, 2004.
7. Castellanos, O., *Gestión tecnológica: De un enfoque tradicional a la inteligencia.*, Universidad Nacional de Colombia., 2007.
8. Castellanos, O., Rosero, J., Torres, L. M., *Modelo estructurado de inteligencia tecnológica para la generación de conocimiento y el direccionamiento estratégico del sector productivo.*, Memorias del IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas., Mérida, México, 2005.
9. Castellanos, O., Torres, L., Fonseca, S., *Agenda Prospectiva de Investigación de la Cadena Productiva De Cacao-Chocolate En Colombia.*, Memorias del Seminario

- Internacional "Hacia una Cacaocultura Competitiva para su inserción en los mercados Internacionales: Experiencias Éxitas". Universidad Santo Tomas de Aquino / (Floridablanca). Bucaramanga, Colombia, 2007a.
10. Castellanos, O., Torres, L., Fonseca, S., Montañez, V. y Sánchez, A., Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Cadena Productiva de Cacao-Chocolate, 2007b.
 11. Coates, V., Farooque, M., Klavans, R., Lapid K., L. H., Pistorius, C., Porter A., On the Future of Technological Forecasting., *Journal of Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 67, 2001.
 12. Cornejo, A., Complejidad y Caos, ITEMS Campus de Monterrey. México, 2004.
 13. DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística., Documento metodológico de cacao., Bogotá D.C., Colombia, 2004
 14. Davis, W.J., *Simulation: Technologies In The New Millennium.*, Memorias de 1999 Winter Simulation Conference, 1999, pp. 145-147
 15. Etkin, J., Schvarstein, L., *Identidad de la Organizaciones.*, México: Ediciones Paidós, 1995.
 16. García, M., Rojas, F y Castellanos O., *La Generación de Conocimiento en Sistemas de Inteligencia Tecnológica desde la Perspectiva de la Complejidad.*, Memorias del Seminario Iberoamericano para el intercambio y la actualización en gerencia de ciencia y tecnología., IBERGECYT 2006. La Habana, Cuba, 2006.
 17. Garciandía, J., *Pensar Sistémico: Una Introducción al Pensamiento Sistémico.*, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2005.
 18. Gómez, L., *Complejidad y Ecología.*, Memorias del Primer Congreso Internacional de Pensamiento Complejo, Bogotá, 2005.
 19. Kelly, S., *Complexity Advantage.*, USA: McGraw-Hill Companies, 2000.
 20. Kerr, C. I. V., Mortara, L., Phaal, R. y Probert D.R., *A conceptual model for technology intelligence.*, *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, Vol. 2, No.1, 2006, pp. 73 - 93.
 21. Lang, H. C., Mueller, M., *Technology intelligence identifying and evaluating new technologies*, *Innovation in Technology Management - The Key to Global Leadership*, PICMET '97: Portland International Conference on Management and Technology, 1997, pp. 218.
 22. Lichtenthaler, E., *Third generation management of technology intelligence processes.*, *Journal R&D Management*, Vol. 33, No. 4, 2003.
 23. Lichtenthaler, Eckhard., *Coordination of Technology Intelligence Processes: A Study in Technology Intensive Multinationals.*, *Technology Analysis & Strategic Management* Vol. 16, No. 2, 2004.

24. Lichtenthaler, E., The choice of technology intelligence methods in multinationals: Towards a contingency approach., *International Journal of Technology Management*, Vol. 32, No. 3-4, 2005, p 388-407.
25. López, E., Alcántara, T., Briceño, S., Sistema de Inteligencia Tecnológica y Planeación Estratégica en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico., *Memorias del IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas (ACACIA)*. México, 2005.
26. MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Universidad Nacional de Colombia - UNC., *Estudio Prospectivo en la Cadena Productiva*, Observatorio de Agro cadenas., Bogotá D.C., Colombia, 2006.
27. MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-, *Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva del Tabaco.*, Observatorio de Agro cadenas. Bogotá D.C., Colombia, 2001.
28. Maldonado, C., *Termodinámica y Complejidad.*, Bogotá: Universidad Externado de Colombia., 2005.
29. MCIT - Ministerio de Comercio Industria y Turismo - y Universidad Nacional de Colombia – UNC -, *Estudio de Previsión Tecnológica Industrial para la Industria del Software y Servicios Asociados*, Observatorio de Agro cadenas, Bogotá D.C., Colombia, 2007.
30. Mier, M., *Inteligencia Competitiva: Un Factor Importante para construir una Tradición Tecnológica.*, *Memorias del X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2003: “Conocimiento, Innovación y Competitividad: Los Desafíos de la globalización”*, México, 2003.
31. Montañez, V. M., Castellanos, O. F., *Reporte de Monitoreo tecnológico Inteligencia Tecnológica 1996-2007.*, Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión. Universidad Nacional de Colombia, 2007a.
32. Montañez, V. M., Castellanos, O. F., *Perfiles Organizacionales En Inteligencia Tecnológica. Estudio de los Mecanismos de Integración de Herramientas de Gestión Tecnológica: Bases Conceptuales y Perspectivas de Desarrollo de la Inteligencia Tecnológica en Colombia.* Grupo de Investigación y Desarrollo BioGestión. Universidad Nacional de Colombia, 2007b.
33. Montañez, V. M., Castellanos, O.F., *Aplicación de la inteligencia tecnológica para el direccionamiento estratégico de sistemas de integración productiva. Caso: Cadena Productiva del Tabaco En Colombia.*, *Memorias del XI Congreso Internacional de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. (ACACIA)*. Guadalajara, México, 2007c.
34. Morin, E., *Introducción al Pensamiento Complejo.*, Barcelona: Gedisa, 1999.
35. Norling, P. M.; Herring, J. P.; Rosenkrans, W. A.; Stellpflug, M. y Kaufman, S. B., *Putting Competitive Technology Intelligence To Work.* *Journal Research-Technology Management*, Vol. 43, No. 5, 2000, pp. 23-28.

36. Ortiz, V., Rincón, L., Análisis en Inteligencia Tecnológica ¿Qué es y para que sirve?, Multiciencia,. Vol. 5, 2005.
37. Parrott, L., Kok, R, Incorporating Complexity in Ecosystem Modelling., Complexity International N° 7, 2000.
38. Pavón, J., Hidalgo, A.. Gestión e innovación., Un enfoque estratégico., España: Ediciones Pirámide, 1999.
39. Porter, A. L., Ashton, W. B., Clar, G., Coates, J. F., Cuhls, K., Cunningham, S. W., Ducatel, K., Van der Duin, P., Georgehiou, L., Gordon, T., Marchau, V., Massari, G., Miles, I., Mogee, M., Salo, A., Scapolo, F., Smits, R., Thissen, W., Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods., Technological Forecasting & Social Change 71, 2004, pp. 287–303.
40. Rodríguez, J., Organizaciones para la Creación: Una Mirada desde la Complejidad., Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2004.
41. Rodríguez, M., Inteligencia Competitiva y Tecnológica en las Universidades: Oportunidades para la Innovación en el Sector Productivo., Memorias del X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2003 “Conocimiento, Innovación y Competitividad: Los Desafíos de la Globalización”, Brasil, 2003.
42. Rodríguez, M., Mapping Research in Sintered Materials: A Technical Intelligence Approach., Institut de Recherche en Infomarique de Toulouse (IRIT) et la Société Francaise de Bibliométrie Apliquée (SFBA), España, Octubre de 2001, pp. 227-233.
43. Rodríguez, M., Escorsa, P., Transformación de la Información a la Inteligencia Tecnológica en la Organización Empresarial: Instrumento para la Toma de Decisiones Estratégicas., Revista de Ciencia y Tecnología (RECITEC) N° 2. Brasil, 1998.
44. Savioz, P., Heer, A., Tschirky, H.P., Implementing a technology intelligence system: key issues. Management of Engineering and Technology, PICMET '01., Portland International Conference on Vol. 1, 2001, pp. 198 – 199.
45. Savioz, P., Technology intelligence: Concept, Design and Implementation in Technology-based SME´s., New York: Palgrave Macmillan, 2004.
46. Serman, J., Systems Dynamics Modeling: Tools for Learning in a Complex World., Management Review, Vol. 43, N° 4, 2001.
47. Tobón, S., Agudelo, H., Pensamiento Complejo y Formación Humana en el Sistema Educativo Colombiano, Memorias del Primer Congreso Internacional de Complejidad, Bogotá, 2000.

CAPÍTULO 6.

IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y DE LA TECNOLOGÍA COMO SERVICIOS

*Sandra L. Fonseca R., Aida M. Fúquene M.,
Oscar F. Castellanos D.*

Actualmente el conocimiento ha pasado de ocupar un lugar secundario en la sociedad a posicionarse como el factor de producción más relevante, así lo demuestra particularmente la dinámica económica en los países de mayor desarrollo. De igual manera, el índice de empleo en actividades productivas basadas en conocimiento presenta una tendencia creciente, y con el tiempo, los montos de inversión en investigación y desarrollo han aumentado de forma significativa. Este comportamiento ha consolidado una nueva forma de actividad social y económica que hoy se denomina sociedad del conocimiento.

La economía, como una de las dimensiones de la sociedad, ha reflejado de manera importante esta nueva tendencia, a tal grado que hoy es posible hablar en términos de la economía del conocimiento, caracterizada esencialmente por la transición de un perfil productivo basado en bienes tangibles hacia la generación de valor principalmente a partir de intangibles, adquiriendo gran importancia la prestación de servicios, pero especialmente de aquellos intensivos en conocimiento y creadores de valor. Es así como actualmente, las actividades tanto de la gestión del conocimiento como de la gestión de la tecnología, son en la mayoría de los casos, proporcionadas a las organizaciones como servicios, los cuales tienen como principal finalidad (1) desarrollar y fortalecer capacidades orientadas a asegurar la generación, adquisición, difusión y preservación del conocimiento a través del tiempo y (2) soportar los procesos estratégicos de decisión relacionados con la variable tecnológica.

Este enfoque de concebir algunas actividades relacionadas con la gestión del conocimiento y la tecnología como un servicio, debe tener en cuenta consideraciones que permitan una eficiente prestación del mismo y que contribuyan a la estructuración de unidades dedicadas a la prestación de servicios de alto valor agregado como la vigilancia

tecnológica, la prospectiva, etcétera, incluso llegando a definir los requerimientos para el fortalecimiento de la capacidad dinámica de toma de decisión estratégica enmarcada en los sistemas de inteligencia tecnológica. Por ello, este capítulo analiza el contexto actual de los servicios de conocimiento, establece las consideraciones para su satisfactoria prestación y plantea las bases para la estructuración de este tipo de servicios.

6.1 CONTEXTO ACTUAL DE LOS SERVICIOS DE CONOCIMIENTO: SOCIEDAD Y ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO

Plantear los diferentes procesos de la gestión del conocimiento y la tecnología como servicios de conocimiento implica comprender que la sociedad se ha transformado. Cambios sociales, económicos, políticos, culturales y tecnológicos como el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, el proceso de globalización, los cambios en la demanda, el acelerando crecimiento de los avances científicos y tecnológicos, entre otros, han favorecido el surgimiento de una nueva sociedad, donde los aspectos intangibles son los mayores generadores de valor en comparación con épocas anteriores donde lo eran los tangibles. Dicha sociedad se ha denominado *sociedad del conocimiento*⁵⁶, siendo el conocimiento el recurso principal. Es en ella donde las organizaciones han empezado a entender que este factor es un elemento estratégico, el cual es necesario generar, adquirir y apropiar.

Como se planteó anteriormente, dentro de las dimensiones de la sociedad, la dimensión económica ha sido donde se ha comenzado a percibir fuertemente la dinámica de la sociedad del conocimiento. Esta dimensión se ha denominado de diferentes maneras: economía del conocimiento, economía basada en el conocimiento, nueva economía, o como la llamaría Stiglitz (2003), la economía sin peso, siendo el conocimiento el factor principal de producción. Dentro de esta dimensión, según Álvarez y Rodríguez (1998), se ha dado un proceso de desmaterialización progresiva del proceso productivo, el cual se hace menos intensivo en materias primas, fuerza de trabajo y energía, pero más intensivo en información y conocimiento. Dicha desmaterialización impulsa el actual crecimiento de las industrias basadas en el conocimiento, evidenciando que los sectores económicos que más crecen, los que más empleo generan y los que más venden en el comercio internacional son precisamente aquellos en los cuales el conocimiento es el insumo crítico principal.

Drucker en 1993 reconoce que en los últimos cuarenta años, las industrias que han pasado a ocupar el centro de la economía son aquellas cuyo negocio es la producción y distribución de conocimiento y ya no de objetos. Como consecuencia de lo anterior, se ha producido un auge del comercio de productos y servicios intensivos en conocimiento, tomando estos últimos gran relevancia en el progreso económico. A este respecto la OCDE

⁵⁶ Hacia 1990 la expresión *sociedad del conocimiento* empieza a ser utilizada por diferentes autores que, como lo menciona Aprea (2002), privilegian el papel que juega el conocimiento en las transformaciones producidas en la sociedad a finales del siglo XX; el interés se centra en entender el valor fundamental del conocimiento como motor que permite a la sociedad producir con mayor eficiencia y sostener la competitividad.

(1999) afirma que en estos días los servicios basados en el conocimiento son más importantes que las industrias basadas en conocimiento. En este contexto, al implementar un proceso de gestión de conocimiento o gestión de la tecnología en una organización, se está suministrando un servicio basado en conocimiento.

6.2 SERVICIOS BASADOS EN CONOCIMIENTO

Los servicios actualmente constituyen uno de los sectores de más rápido crecimiento de las economías de todo el mundo, por ejemplo, para el contexto colombiano, según la Cámara de Comercio de Bogotá, los servicios contribuyen aproximadamente con el 72% del empleo, el 16% de las exportaciones, y el 57% del PIB, mientras que en la OCDE, para el año 2000 los servicios representaban el 70% del valor total añadido, con un mercado que superaba el 50% del mercado total, cifras que han conservado una tendencia moderadamente creciente. Como se mencionó anteriormente, en el contexto de la nueva economía han empezado a tomar fuerza aquellos servicios que dependen del conocimiento y a la vez lo suministran como su producto central, alcanzando un papel importante en su generación y difusión. Descritos de esta manera, resulta de gran interés profundizar sobre este tipo de servicios como una nueva opción para ubicar los procesos de gestión del conocimiento y la tecnología. Con el objetivo de dar base y comprender las premisas de las consideraciones para la implementación de este tipo particular de servicios, planteadas en el próximo acápite (6.3), a continuación se presenta una revisión sobre los servicios, realizando un acercamiento conceptual a los mismos, para posteriormente caracterizarlos y llegar a precisar algunas particularidades de los servicios de conocimiento.

6.2.1 Aproximación conceptual a los servicios

La revisión de la literatura sobre el concepto de servicios evidencia que las definiciones son variadas. De acuerdo con el Departamento Australiano de Industria, Ciencia y Recursos (1999) los servicios proporcionan ayuda, utilidad o cuidados, experiencia, información u otro contenido intelectual y la mayoría del valor es intangible en lugar de residir en cualquier producto físico. La Asociación de Ingenieros Alemanes VID (2006) los entiende como una actividad que es requerida y pagada por un consumidor o usuario, el cual en retorno adquiere una asistencia inmaterial como resultado de cierta actividad.

En el campo de la mercadotecnia los servicios son definidos como actividades identificables e intangibles que son el objeto principal de una transacción, ideada para brindar a los clientes satisfacción de deseos o necesidades (Stanton *et al.*, 2004), los cuales no dan como resultado precisamente la propiedad sobre algo tangible (Sandhusen, 2002) y según Lamb *et al.* (2002), son consecuencia de la aplicación de esfuerzos humanos o mecánicos a personas u objetos.

En un escenario económico aparecen definiciones como la sugerida en el Manual de Exportación de Servicios de Proexport Colombia (2003), donde el término servicio se refiere a toda actividad, labor o trabajo prestado por una persona natural o jurídica o una sociedad de hecho. La actividad, labor o trabajo desarrollado se concreta en una obliga-

ción de hacer, sin importar que en la prestación predomine el factor material o intelectual. En todo caso, la actividad desarrollada genera una contraprestación en dinero o en especie. En este mismo sentido, el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas en Colombia DANE (2005) entiende por servicios el conjunto de actividades desarrolladas por unidades económicas, encaminadas a generar y poner a disposición de las personas, los hogares o las empresas una amplia gama de actividades cada vez que estas sean demandadas y sobre las cuales no recaen derechos de propiedad por parte del usuario.

Para los autores que trabajan en materia de innovación en servicios como lo Gadrey *et al.* (1995), producir un servicio es organizar una solución a un problema que no implica principalmente suministrar un producto. Consiste en poner a disposición del cliente un conjunto de capacidades y competencias (humanas, tecnológicas y organizacionales) y establecer una solución, que puede ser proporcionada con distintos grados de precisión.

De acuerdo con Gronroos (2001, citado Kim *et al.*, 2001) un servicio es una actividad o una serie de actividades de naturaleza más o menos intangible, que tiene lugar en la interacción entre el cliente y el proveedor, suministrada como solución a un problema determinado del consumidor. Una aproximación diferente es propuesta por Vargo y Lush (2004, citados en Edvardsson *et al.*, 2005), quienes los definen como la aplicación de competencias especializadas (conocimientos y habilidades) a través de procesos para el beneficio de otro.

Como se evidencia, el concepto de servicios ha sido construido de diferentes maneras lo que hace difícil encontrar una definición única ampliamente aceptada, sin embargo, en lo que sí coincide la mayoría de los autores es en organizar la definición en función de sus características.

6.2.2 Características de los servicios

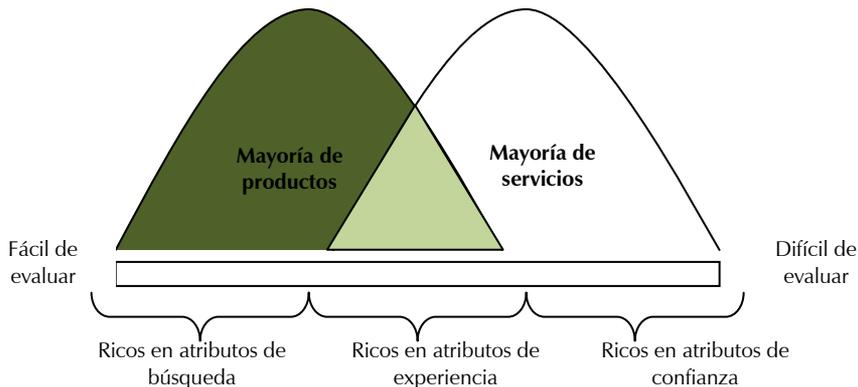
Numerosos intentos se han hecho por encontrar aspectos comunes para caracterizar los servicios y para diferenciarlos de los bienes físicos. Cuatro características han sido consideradas como las principales: la intangibilidad, la heterogeneidad, la inseparabilidad y la caducidad.

- **La Intangibilidad:** es la diferencia más evidente y universalmente aceptada entre los bienes y los servicios. Los servicios son a menudo intangibles, no pueden ser probados y evaluados antes de su compra, por ello es complicado demostrar sus características y cualidades a los clientes potenciales.

Zeithalm y Bitner (2003, citados en Pozza, 2004) proponen una escala de intangibilidad para bienes y servicios en función de la facilidad de evaluarlos. En ella es posible distinguir tres zonas (la Figura 6-1 detalla la escala descrita): la primera corresponde a los atributos de búsqueda, estos son las propiedades que un consumidor puede percibir antes de la compra. Bienes de consumo como automóviles, ropa, joyas, entre otros, tienen una alta concentración de atributos de este tipo y en virtud de sus características

están completamente especificados antes de la compra, por tanto, son fáciles de valorar. La zona dos hace referencia a los atributos de experiencia, los cuales solo pueden ser evaluados durante o después del consumo; es el caso de los restaurantes, los cinemas, et- cetera, por tanto, la facilidad de evaluarlos disminuye. Finalmente, la zona tres se caracteriza por los atributos de credibilidad, siendo estos características que un consumidor difícilmente puede valorar así sea después del consumo, ya que para su evaluación se requieren habilidades o mecanismos específicos.

Figura 6-1. Escala de intangibilidad



Fuente: adaptado de Pozza (2004)

En esta escala la mayoría de los bienes estaría localizada a la izquierda, mientras que la mayor parte de los servicios estaría ubicada a la derecha. Según Thompson (2006), la intangibilidad es la característica de los servicios que genera mayor incertidumbre en los consumidores en el momento de la adquisición, ya que no les es posible determinar con anticipación y exactitud el grado de satisfacción que tendrán luego de adquirir un determinado servicio. Es por ello que Pozza (2004), citando a Kotler (2001), indica que los consumidores, con el fin de reducir dicha incertidumbre, procuran obtener evidencias de la calidad de un servicio a través de inferencias acerca del personal que lo provee, las instalaciones, los canales de comunicación, los precios, la información que reciben de servicios suministrados con anterioridad, entre otros aspectos. Por tanto, la tarea del proveedor de servicios es gestionar la evidencia o, como menciona Levitt (1981), tangibilizar lo intangible.

- **La Heterogeneidad:** debido a que los servicios tienen un alto grado de variabilidad, sus resultados dependen en gran medida de las personas que lo proveen y del entorno, igualmente cada cliente posee expectativas y exigencias particulares, por tanto, resulta difícil estandarizarlos. Ante esto, los consumidores de un servicio con frecuencia se informan de la calidad antes de seleccionar al proveedor.
- **La Inseparabilidad:** implica, según Kim *et al.* (2001), que los servicios son simultáneamente producidos y consumidos, mientras que los bienes físicos son primero pro-

ducidos, luego vendidos y posteriormente consumidos. Pozza (2004) menciona que la principal consecuencia de ello es que se torna difícil producir servicios en masa y que además, la calidad del servicio y la satisfacción de los clientes dependen en gran medida de lo que ocurre en la prestación del servicio.

- **La Caducidad** o carácter perecedero: se refiere a que los servicios no se pueden conservar, almacenar o guardar en inventario (Lamb *et al.*, 2002). Significa que no pueden ser producidos con anterioridad y de no ser utilizados en el momento exacto, no hay forma de recuperar la capacidad perdida para su uso posterior.

Complementando las características anteriores, la Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica en España (2004), retomando al European Innovation Monitoring System (EIMS) menciona otras particularidades de los servicios:

- **La Interactividad:** debido a que los servicios generalmente conllevan un alto nivel de interacción entre el proveedor del servicio y el usuario final, la forma de proveer el servicio adquiere especial relevancia. Con frecuencia se requiere la sola presencia del cliente para que el servicio se realice, el cliente puede ser co-productor del servicio o puede ser necesario que el cliente especifique los detalles del servicio demandado.

- **La Importancia del capital humano:** las capacidades y competencias de las personas que producen el servicio constituyen uno de los principales factores que afectan a su calidad final.

- **La Inapropiabilidad:** los servicios son difícilmente apropiables y protegibles. Los sistemas actuales de patentes, como están concebidos, poseen un enfoque marcadamente industrial y no resultan de gran utilidad para la protección de los servicios.

6.2.3 Servicios de conocimiento

Todas las actividades económicas están basadas en algún tipo de conocimiento, sin embargo, en las últimas décadas reconociendo que este se ha posicionado como uno de los factores más importantes para el desarrollo, ciertos sectores de la economía han empezado a ser más intensivos en su uso. Es así como hacia los años noventa aparece el sector de los servicios intensivos en conocimiento o comúnmente conocidos en la literatura como KIBS (*Knowledge Intensive Business Sectors*) o “Negocios intensivos en conocimiento”.

El término KIBS fue usado por primera vez en 1995 por Miles *et al.*, para referirse de manera general a actividades económicas que, como su nombre lo indica, son intensivas en conocimiento y a través de él proveen, soluciones a problemas. Encontrar en la literatura una definición para KIBS no es tan común, ya que la mayoría de autores que han trabajado en el tema prefiere al momento de construir una definición para este término, referirse a los aspectos característicos, en los cuales existe cierto grado de consenso.

Ser intensivos en conocimiento es lo que realmente diferencia a los KIBS de cualquier otro servicio. El término intensivo en este contexto, enfatiza que el conocimiento va más allá de transferir información (Miles *et al.*, 1995). Involucra por tanto, una habilidad para integrar diferentes fuentes de información y conocimiento en los procesos (Hipp *et al.*, 2000), lo que indica que los KIBS son caracterizados por la habilidad para recibir información desde el exterior y transformarla junto con conocimientos específicos de un campo, en servicios útiles para sus clientes. Gallouj (2002) anuncia lo mismo pero en un camino diferente: las actividades de los KIBS consisten en poner a disposición de sus clientes, capacidades para procesar información y conocimiento.

Miles *et al.* (1995) sugieren también que los KIBS son servicios que dependen fuertemente de un conocimiento profesional, por ejemplo, conocimiento o experiencia relativa a una disciplina específica, por tanto sus estructuras de empleados están constituidas principalmente por profesionales de diferentes campos científicos con un alto nivel de experticia y de profesionalización. Por otro lado, cada servicio proporcionado por un KIBS tiene como recurso principal y resultado final, información y conocimiento, es decir, que usan su conocimiento para producir servicios los cuales son entradas intermedias para las actividades de procesamiento de información, los procesos productivos o la propia generación de conocimiento de otras organizaciones. Estos autores indican, que el conocimiento requerido en los KIBS implica una combinación de: (1) conocimientos referentes a un área específica, (2) aplicación particular del conocimiento técnico, el cual ha sido acumulado a través de experiencias previas con los servicios prestados a otros clientes y (3) conocimiento sobre las organizaciones, los clientes y sus sectores.

Otro aspecto que varios autores han retomado para caracterizar a los KIBS es su contribución a la formación de conocimiento y procesos de innovación. Salter y Tether (2006) le asignan a este tipo de servicios un rol principal en la actividad innovadora de un amplio conjunto de organizaciones y una importancia cada vez mayor en la actividad de transferir tecnología entre diferentes industrias. En el mismo sentido, Gallouj (2002) enfatiza en la función de los KIBS como agentes de innovación y resalta la contribución de estos servicios para transferir y difundir conocimiento en los sistemas de innovación. Den Hertong (2000) identifica los KIBS como una categoría de las actividades de servicios que son altamente innovadores en sus procesos, y además facilitan las actividades de innovación a sus clientes, mientras Toivonen (2004) menciona que el centro de los servicios de un KIBS es la contribución al proceso de conocimiento de sus clientes.

Por otra parte, varios autores (Miles, 2003; Haataja, 2005; Rajala y Westerlund, 2005) coinciden en afirmar que los KIBS requieren una alta interacción entre el proveedor del servicio y el cliente, tienen estructuras de trabajo poco jerarquizadas y trabajan generalmente por proyectos. En este caso, generalmente los servicios son suministrados directamente a otras organizaciones y están muy relacionados con las nuevas tecnologías, no solo de la información sino también de otras tecnologías específicas para cada área de trabajo. Los KIBS como servicios pueden ser contratados con diferentes objetivos, Miles (2003) indica que pueden involucrar: (1) soluciones efectivas, (2) herramientas y habilidades para que los mismos clientes solucionen el problema, o (3) un conjunto de recur-

sos que les permitan a los clientes aumentar el grado de entendimiento sobre un problema determinado.

Es importante señalar que, considerando las características mencionadas para los KIBS, es posible encontrar gran similitud entre ellas y los elementos que identifican a las actividades propias de la gestión del conocimiento y la tecnología, siendo por tanto posible, ubicar dichas actividades en la categoría de servicios de conocimiento. Habitualmente las organizaciones recurren a entidades (universidades, centros de desarrollo tecnológico, etcétera) o a actores externos (consultores) para implementar las actividades de la gestión del conocimiento y la tecnología, generándose de esta manera un mercado donde las actividades mencionadas se venden como un servicio, a través del cual la organización espera obtener: entendimiento sobre un problema, introducción de cambios, dinamización de procesos, integración de tecnología, mejoras en productividad y en su posición competitiva. Es así como dichas entidades o actores externos a la organización se convierten en proveedores de servicios de conocimiento. La discusión realizada a lo largo del presente capítulo, así como la experiencia en la implementación de actividades de gestión de conocimiento y tecnología en diferentes ámbitos macro, meso y micro han motivado el planteamiento de algunas consideraciones para tener en cuenta en el momento de actuar como un proveedor de servicios de conocimiento.

6.3 CONSIDERACIONES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE CONOCIMIENTO

Actualmente la prestación de servicios se realiza a través de metodologías genéricas que incluyen etapas como identificación del problema, diagnóstico, planificación del servicio, ejecución y finalización. Sin embargo, entendiendo que hoy un servicio tiene como principal característica ser intensivo en conocimiento, más que necesitar de una metodología rígida y estándar, es necesario identificar algunas directrices o criterios clave, que permitan orientar el contenido del servicio y su prestación hacia la agregación de valor y hacia su pertinencia en la nueva economía del conocimiento. El proceso de suministrar un servicio de conocimiento debe fundamentarse sobre algunas consideraciones que responden a las particularidades de este tipo de servicios, a continuación se proponen algunas de ellas.

6.3.1 Reconocimiento de los diferentes tipos de conocimiento que intervienen en la prestación del servicio

Cuando se presta un servicio, diferentes formas de conocimiento son intercambiadas. Autores como Bettencourt *et al.* (2002) indican que por parte del cliente se incluye conocimiento codificado como la actual plataforma tecnológica, la memoria institucional, los procesos, los procedimientos, entre otros, así como también un conocimiento tácito que corresponde, por ejemplo, a la identificación de los actores principales del sistema, el por qué y cómo las cosas se hacen de una manera específica y el objetivo por el cual se contrata al proveedor.

Werr y Stjernberg (2003) proponen que para el caso del proveedor se identifican tres elementos de conocimiento: los métodos y las herramientas; los casos y la experiencia, cada uno de ellos representa diferentes clases de conocimiento, así los dos primeros son conocimiento codificado, mientras que la experiencia es tácita. A continuación se describe cada uno de los elementos.

Los **métodos y herramientas** son recursos a través de los cuales es posible planear y ejecutar las actividades, estas proveen una estructura abstracta y general de conocimiento que se puede aplicar en la prestación del servicio y adaptar a la solución de problemas específicos. Consisten en una descripción general de una secuencia de actividades. Es importante entender que el trabajo del proveedor no se basa en la aplicación mecánica de los métodos y las herramientas, sino que estos adquieren importancia y generan una ventaja cuando se internaliza la lógica de su funcionamiento. Para el caso de la gestión del conocimiento y la tecnología, existen numerosos métodos y herramientas dentro de los que se incluyen: las herramientas de vigilancia tecnológica, los diferentes métodos de prospectiva tecnológica, como, Delphi, escenarios, ejes de Schwartz, entre otros.

Los **casos** corresponden a documentos elaborados en proyectos anteriores como reportes técnicos, diagramas, informes, etcétera, que ejemplifican el uso de los métodos y las herramientas en casos específicos. Estos documentos se convierten en un recurso interno para el desarrollo de futuros proyectos.

La **experiencia del proveedor** acumulada a través de la práctica, es indispensable para la adaptación de los dos elementos anteriores a proyectos específicos.

6.3.2 Transferencia de conocimiento

Cada vez más la provisión de servicios es vista en términos del valor que el servicio trae al consumidor, esto como consecuencia de que toda actividad que una empresa realiza debe estar encaminada a aportar valor, de lo contrario supondría un costo adicional innecesario (López *et al.*, 2003), por ello es conveniente indagar sobre ¿cuál es el valor que un servicio puede agregar a un cliente?

En la literatura es posible encontrar un consenso respecto a que el aporte más significativo de un proveedor de servicios es el conocimiento y que es la transferencia de este el mayor valor agregado. Por ejemplo, Natti *et al.*, (2006) afirman que la efectiva transferencia de conocimiento específico al cliente es el fundamento de la creación de valor para el consumidor. Por su parte, Conchar (citado en Jaakkola y Halinen, 2006), sugiere que los proveedores de servicios son requeridos para obtener beneficios de su conocimiento, el cual no puede ser fácilmente adquirido por el consumidor.

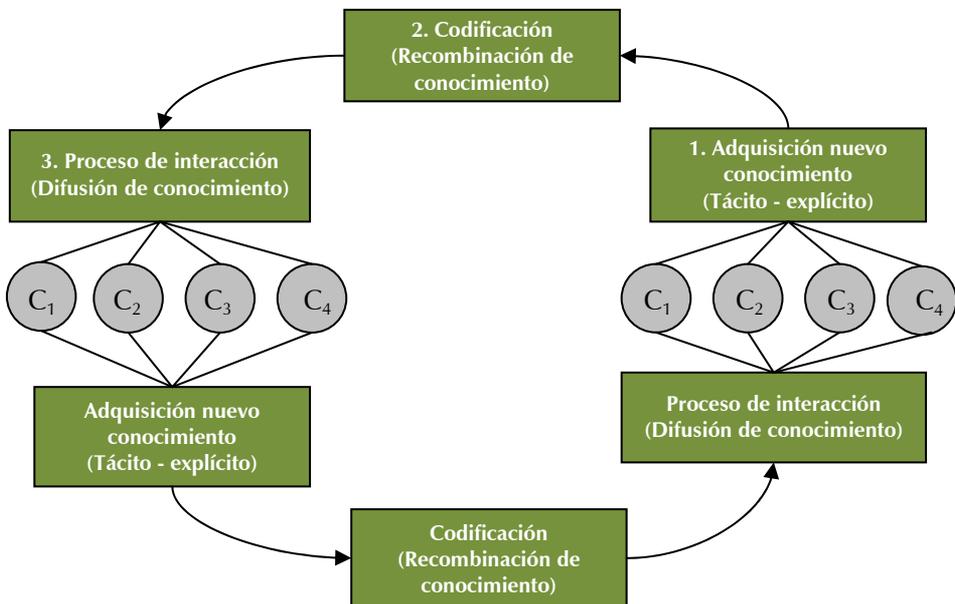
Otros autores en esta misma línea, indican que el resultado de un servicio de este tipo es esencialmente una transformación del conocimiento del consumidor (Mayére, 1991), razón por la cual Creplet *et al.* (2001) consideran que el resultado de la ejecución del servicio es de naturaleza cognitiva e interactúa con la estructura de conocimiento de la organización-cliente, proceso que los mismos autores denominan evolución cognitiva.

Reforzando la idea anterior, Marimon (2002) afirma que el principal resultado del servicio de base de conocimiento consiste en transformar el *Know – how* y la manera de razonar del cliente. En este sentido, Lindsay et al. (2003) sugieren que el establecimiento de rutinas organizacionales y de valores hoy en día son frecuentemente asociados con la adopción y absorción de nuevo conocimiento y desarrollo de nuevas competencias por parte de los clientes.

Anthony Beny (citado en Marimon, 2002) plantea que hoy el cliente está más interesado en el aprendizaje derivado de haber trabajado al lado de un proveedor de servicios, que en la solución al problema que motivó la contratación. Muchos clientes recurren a consultores no solo para hallar una solución a un problema específico, sino para adquirir los conocimientos técnicos especiales del consultor y los métodos que utilizan para poner al descubierto los problemas.

Considerando la importancia de la transmisión del conocimiento entre el proveedor y el cliente, autores como Strambach, (citado en Muller y Zenker, 2001) y Wong y He (2002) han propuesto un esquema sobre cómo es generado, desarrollado y difundido el conocimiento en el proceso de prestación de servicios de base de conocimiento. Explorando las relaciones entre los proveedores y sus clientes, se distingue para los primeros, tres etapas principales en el proceso: adquisición de conocimiento, recombinação de conocimiento y transferencia de conocimiento hacia los clientes (difusión), estos se presentan en la Figura 6-2.

Figura 6-2. Dinámica del conocimiento para un proveedor de servicios



Fuente: adaptado de Strambach (citado en Muller y Zenker, 2001)

En la primera etapa –adquisición–, los proveedores ganan conocimiento, tanto tácito y explícito, en el curso del proceso de interacción que toma lugar cuando el servicio es suministrado. Es en esta generación de conocimiento donde el cliente aprende a resolver problemas. Durante la segunda etapa –recombinación–, los proveedores combinan el conocimiento adquirido por la interacción del existente, generándose nuevo conocimiento a través de un proceso de codificación que favorece la ampliación de la base de conocimiento con la que previamente contaba el proveedor de servicios. Finalmente, en la última etapa –difusión–, los proveedores aplican el nuevo conocimiento bajo la forma de nuevos o mejorados servicios, constituyéndose en una transferencia de conocimiento desde los proveedores a los clientes. Esta etapa abre nuevas oportunidades para interactuar con los clientes y transferir así, conocimiento.

Es de notar que el proceso descrito es iterativo, continuo y recíproco, además se percibe que el flujo de conocimiento entre los proveedores y sus clientes es bilateral, es decir que el resultado de la transferencia de conocimiento, como lo mencionan Lindsay *et al.*, (2003) citando a Nonaka y Takeuchi, se evidencia en el aprendizaje y el desarrollo de competencias, tanto por parte del consumidor como del proveedor. No solo el cliente adquiere nuevo conocimiento y una capacidad endógena, sino que también los proveedores logran expandir su base de conocimiento.

6.3.3 Generación de vectores de conocimiento

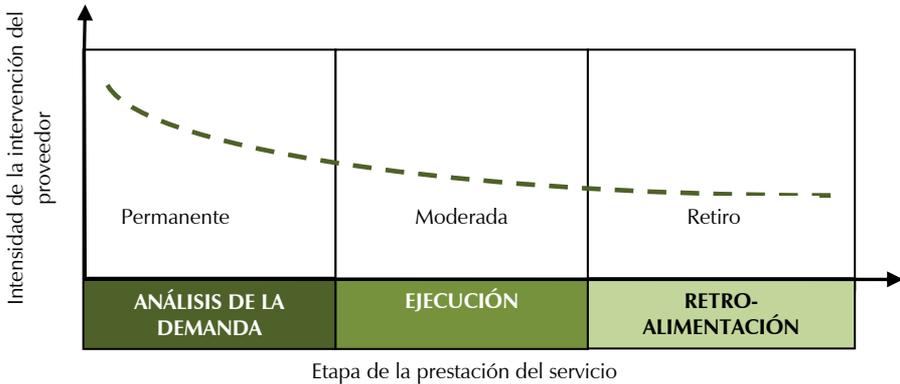
Maula y Poulfelt (2000) indican que en medio de la dinámica del conocimiento descrita en la consideración anterior, este fácilmente se convierte en obsoleto y pierde su valor, lo que obliga a que los proveedores actualicen continuamente su conocimiento base y desarrollen competencias. En este sentido, según Strambach (2001), el proceso de transmisión de conocimiento funciona como un factor que jalona la demanda para forzar a los proveedores a generar continuamente nuevas competencias y a actualizarse en los últimos desarrollos en sus campos de trabajo. No cabe duda, como lo menciona Marimon (2002), de que el proveedor debe hacer un esfuerzo de investigación para, después ser capaz de aportar nuevas ideas y conocimientos en el ámbito concreto de su cliente. Es pertinente mencionar aquí que uno de los elementos básicos que cobra gran importancia en la actualidad para un proveedor de servicios, es precisamente su capacidad de aprendizaje continuo.

La generación de vectores de conocimiento contribuye significativamente a crear valor a través de un proceso mutuo de aprendizaje, además de contribuir a la sostenibilidad del servicio en el tiempo, siendo importante entender que, aunque el conocimiento base es relevante, resulta más significativa la dinámica del vector de conocimiento en el mismo proceso de la prestación del servicio. Por ello, como lo expresan Maula y Poulfelt (2000), de no generarse la transferencia de conocimiento y la dinámica de los vectores, es posible que se cree una dependencia que a largo plazo puede resultar perjudicial para la organización cliente.

6.3.4 Grado de intervención del proveedor de servicios

La intensidad del papel que desempeña el proveedor de servicios de conocimiento durante el proceso de la prestación de este servicio debe ir disminuyendo a lo largo de sus diferentes, como resultado de la transferencia de conocimiento, tal como se muestra en la Figura 6-3.

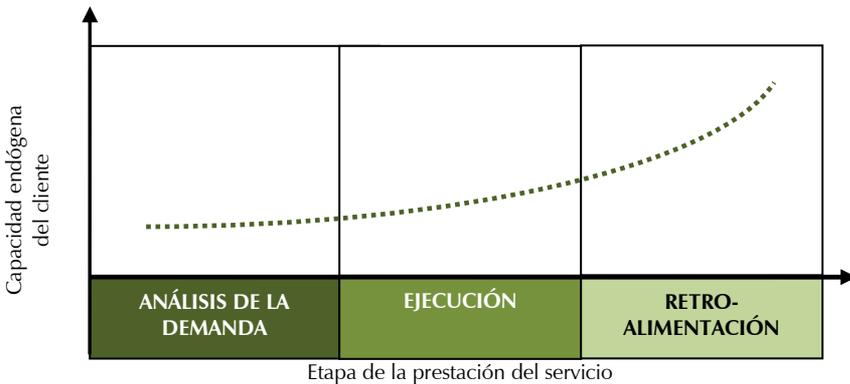
Figura 6-3. Dinámica de la intensidad de intervención del proveedor



Fuente: adaptado de Castellanos et al. (2005)

Se observa que en la etapa de análisis de la demanda el cliente recurre al proveedor para abordar un problema determinado, por tanto se requiere la intervención permanente del proveedor ya que es él quien identificará, basado en su conocimiento y experiencia, posibles soluciones para la situación problemática.

Figura 6-4. Dinámica de la capacidad endógena del cliente



Fuente: adaptado de Castellanos et al. (2005)

En la etapa de ejecución, la relación cliente–proveedor se caracteriza por ser más dinámica, y el trabajo conjunto del proveedor con el cliente le permite a este último, adquirir

habilidades que contribuyen a fortalecer su capacidad de resolución de problemas, por tanto, la intervención del proveedor empieza a tornarse moderada. Finalmente, en la última etapa la transferencia de conocimiento entre los actores involucrados se ha realizado completamente y el cliente se encuentra en disposición de afrontar situaciones similares a la trabajada. De esta manera, el cliente adquiere capacidades endógenas y su curva de aprendizaje crece, este comportamiento se podría representar con una curva inversa a la sugerida, como se muestra en la Figura 6-4.

6.3.5 Manejo de la relación cliente-proveedor

Como se evidenció anteriormente, una de las características de los servicios en general es la interactividad, que sugiere la importancia del proceso relacional entre el proveedor del servicio y el usuario final; esta misma característica se hace más relevante cuando se abordan los servicios basados en conocimiento, entre ellos las actividades de la gestión del conocimiento y la tecnología. Bettencourt *et al.* (2002) sugieren que el cliente juega un rol crítico en el proceso de prestación de servicios intensivos en conocimiento, ya que en conjunto con el proveedor, co-produce la solución basada en el conocimiento, desarrollándose la interacción entre los dos actores, antes, durante y después de la prestación del servicio. En ocasiones se puede pensar que el éxito de la prestación de un servicio depende únicamente del proveedor, olvidando que para que el proceso sea exitoso también se requiere de un buen cliente (Wood, 2001). Para favorecer la relación cliente – proveedor cada uno de ellos debe contar con unas características mínimas. En lo que se refiere a las características del cliente, Bettencourt *et al.* (2002) plantean un conjunto de siete: comunicación clara, colaboración en la resolución del problema, tolerancia, adaptación, apoyo, desarrollo de actividades de monitoreo y dedicación.

La comunicación clara implica que el cliente comparta conocimiento íntimo de los procesos del negocio, las metas estratégicas y las condiciones de la industria y el mercado que caracteriza a la empresa, también involucra que el cliente aporte información sobre las expectativas del proyecto, su visión y prioridades. Este tipo de comunicación es especialmente crítico en los pasos iniciales del servicio, cuando la naturaleza del mismo está siendo evaluada y las posibles soluciones están siendo formuladas (Bettencourt *et al.*, 2002). El cliente debe tener la voluntad de pensar críticamente y aceptar un rol activo en el desarrollo de la solución, esto incluye iniciativa para: comunicar problemas potenciales o inconsistencias en el desarrollo de la solución, formular y estar atento a las preguntas en las reuniones de planeación y suministrar una retroalimentación constructiva respecto a las soluciones propuestas. Por su parte, el proveedor del servicio 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, debe estar preparado para combinar los factores de producción directos e indirectos.

6.3.6 Manejo de contextos

En el campo de la prestación de servicios, especialmente de conocimiento, a menudo los proveedores intentan vender un paquete de servicios estandarizados (Marimon, 2002); no obstante, es importante que se entienda que cada cliente es diferente y que generalmente se proveen servicios personalizados que responden a unas necesidades únicas,

por tanto, como lo menciona Murdick *et al.* (citado en Silvestro, 1999), uno de los principales desafíos de los proveedores es adaptar su servicio a las necesidades de los clientes. Esta adaptación resulta de la capacidad de gestión del conocimiento por parte del proveedor. Igualmente el proveedor de servicios, dependiendo de la naturaleza del cliente y del tipo de servicio suministrado, debe siempre ejecutar sus funciones dentro de un marco legal y ético.

6.3.7 Capacidad de negociación

La negociación es un asunto cotidiano, sin embargo, en el campo de la gestión muchas veces no se le da la importancia debida, olvidando que en situaciones determinadas como el suministro de servicios, se está ante un proceso de venta y es allí donde la capacidad de negociación determinará aspectos tan importantes como el cierre del contrato y la definición de los términos del mismo. Vega (2005) señala que la negociación es un proceso de interacción humana, de comunicación y compromiso, a través del cual se busca lograr lo que se quiere de otro actor; el objetivo es satisfacer algunas necesidades de las partes, alcanzando acuerdos mutuamente benéficos. Es por ello que tanto el cliente como el proveedor de servicios deben tener muy claros sus objetivos al comienzo de la negociación y de igual manera deben argumentarlos. También deben tener la capacidad de considerar diferentes puntos de vista, manejar una actitud de cooperación y no de confrontación, deben ser perceptivos y contar con conocimientos jurídicos relacionados con el objeto por negociar.

6.3.8 Gestionar las evidencias

La intangibilidad de los servicios genera alto grado de incertidumbre en los consumidores en el momento de la adquisición, ya que no les es posible determinar con anticipación y exactitud el grado de satisfacción que tendrán luego de adquirir un determinado servicio. En este sentido, un aspecto que resulta de gran importancia y que tiene un efecto sobre la demanda del servicio es la calidad, la cual puede ser medida por el nivel de divergencia entre las expectativas y deseos del consumidor y la percepción de lo que ellos recibieron a través del servicio. De esta manera, según Marimon (2002), un cliente satisfecho es fuente de futuros ingresos ya sea por la vía de la repetición de la compra o por la vía de compra cruzada, es decir, a través de recomendaciones. Por experiencia se sabe que un cliente satisfecho habla sobre el buen servicio a otros tres potenciales consumidores, mientras que un consumidor insatisfecho comunica su desagrado once veces (VID, 2006). Ante esta situación, es importante que el proveedor gestione las evidencias necesarias para disminuir la incertidumbre de los clientes, por ejemplo a través de la consolidación de las relaciones cliente – proveedor de largo plazo y los resultados satisfactorios de servicios anteriores.

6.3.9 Protocolización de la prestación de servicios

Una vez se reconoce que en el proceso de prestación de un servicio se incluye conocimiento tanto tácito como explícito, es importante, como lo menciona Nonaka (1994), que se dé el proceso de externalización del conocimiento, es decir, que el conocimiento tácito se transforme en explícito. Para el caso de la prestación de servicios, docu-

mentar la manera como se ejecuta cada uno de los servicios, contribuye a la externalización, permitiendo construir la memoria institucional del ejercicio de la gestión.

Esta consideración resulta de gran importancia, ya que a través de ella se codifican las metodologías y herramientas utilizadas para un caso particular, que posteriormente y tras un proceso de contextualización pueden ser adaptadas para la solución de problemas similares. En el mismo sentido, registrar la evaluación de la prestación de un servicio permite identificar las falencias del proceso y a partir de ellas las oportunidades de mejoramiento y crecimiento, evitando la repetición de errores en la prestación de futuros servicios.

6.3.10 Prestación del servicio con calidad

Los servicios de conocimiento, en este caso en gestión de conocimiento y tecnología, como cualquier servicio requieren un proceso riguroso de planeación para su prestación. Si se entiende que la actividad macro dentro de la prestación de servicios es el desarrollo de un proyecto con el objetivo de solucionar un problema, resulta apropiado adaptar el modelo de análisis y solución de problemas bajo la perspectiva básica de la calidad, conocida como ciclo Deming o PHVA, para esquematizar de manera global las actividades que se realizan en la prestación de un servicio. Este ciclo está compuesto por cuatro fases: (1) Planear: que consiste en proyectar un servicio con base en una necesidad de mercado, señalando especificaciones y el proceso productivo. (2) Hacer: que se refiere a la ejecución del servicio. (3) Verificar: el cual abarca el control de los resultados del servicio, conforme a indicadores. (4) Actuar: que incluye la aplicación de acciones correctivas necesarias, que conduzcan al logro de los objetivos propuestos y al mejoramiento continuo de cada uno de los procesos.

Es preciso mencionar que además de implementar en concepto básico de calidad mediante el ciclo Deming como proceso macro para la prestación de un servicio, su aplicación como un proceso continuo para cada una de las fases de la prestación a su vez contribuye a asegurar la satisfacción del cliente. La implementación del ciclo permite de esta manera, involucrar el proceso de prestación de servicios en el tema de la calidad, aspecto que ha sido abordado por autores como Rodríguez (2000), quien no solamente plantea esta alternativa, sino que además presenta otros conceptos de calidad para la prestación de servicios.

Finalmente, para la prestación de un servicio de conocimiento, entendiendo este como una transferencia, es fundamental que tanto el proveedor como el cliente estratégicamente planteen el proceso de forma sostenible en el tiempo. Para ello, los actores que participen en este deberán consolidar estructuras que tengan esa función: generar, transferir y asimilar conocimiento. Con este fin frecuentemente se encuentra documentada la creación y desarrollo de unidades, entendidas como partes de la organización: departamentos, grupos matriciales, gerencias, etcétera. Estas estructuras han sido referidas para la aplicación de diferentes herramientas de la gestión tecnológica. Así, por ejemplo, se describen en la literatura especializada en el tema observatorios, centros, institutos, entre otros, de prospectiva, de *benchmarking* o de cualquier otra herramienta. A continuación

como ejemplo se ampliará el caso de las unidades de vigilancia, dando por entendido que más allá de su especificidad en el manejo informático, varios de los elementos expuestos pueden ser extrapolados para la aplicación de otras herramientas de gestión.

6.4 UNIDADES PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIOS DE CONOCIMIENTO

Como se mencionó antes, la prestación de servicios basados en conocimiento requiere de estructuras que incorporen las consideraciones previamente descritas y permitan brindar un soporte para la implementación de las diferentes herramientas de gestión tecnológica. El presente acápite describe particularmente la estructuración de unidades de vigilancia tecnológica debido a que esta herramienta ha sido uno de los servicios altamente demandados y generadores de expectativa, así como uno de los más divulgados en la literatura e implementados en diferentes países. Se debe resaltar una vez más, que la aplicación articulada de la vigilancia con otras herramientas de gestión tecnológica permite extrapolar los fundamentos descritos en el presente acápite para la creación de unidades prestadoras de los servicios de gestión tecnológica en general, como la inteligencia tecnológica.

6.4.1 Fundamentos para la generación de una estructura

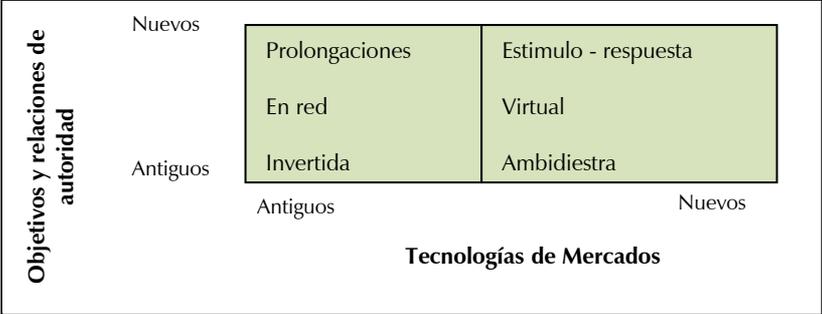
Para constituir algún tipo de entidad, ya sea una empresa, organización o, en este caso, unidades prestadoras de servicios de conocimiento, es importante tener en cuenta algunos aspectos mínimos como: tipo de estructura, infraestructura requerida, recursos humanos, informáticos, entre otros. Para profundizar en los fundamentos de la generación de estructuras adecuadas a la prestación de servicios de conocimiento, es necesario referenciar los planteamientos de Day *et al.* (2001), quienes basados en las características del ambiente cada vez más exigente al que se deben enfrentar las organizaciones y retomando los elementos principales para su reconfiguración (ver Tabla 6-1), plantean nuevas formas organizacionales que se convierten en diferentes opciones por implementar según la combinación de poder, personal e infraestructura con la que se cuente.

Tabla 6-1. Principales elementos para la reconfiguración de las organizaciones

Elemento	Descripción
Los objetivos de la organización	Son los objetivos de amplio alcance de la firma y los resultados relacionados con el rendimiento, que abarca desde la participación en el mercado y la satisfacción del cliente hasta el beneficio de los accionistas. Ellos contienen implícitamente actos temporales que miden hasta dónde se los ha alcanzado.
Las estrategias	Se refieren a los modelos propuestos y emergentes de métodos a largo plazo para alcanzar los objetivos, tanto en el nivel de la firma como de la unidad de negocio.
Las relaciones de autoridad	Incluye la estructura de la organización y de la comunicación y producción.
Los mercados	Abarcan las relaciones con los clientes, con los proveedores, con los socios y con los competidores.
Los procesos	Se refieren a los lazos dinámicos entre los elementos anteriores, como la contratación, el presupuesto, la compensación y la evaluación del rendimiento.

De acuerdo con lo anterior, un cambio en alguno de los elementos puede modificar el tipo de organización, encontrándose seis diferentes formas como se representa en la Figura 6-5.

Figura 6-5. Formas de organización y entornos cambiantes



Fuente: adaptado de Day et al. (2001)

Cada una de ellas posee características propias de acuerdo con la antigüedad de los objetivos, las relaciones de autoridad y las tecnologías de mercados. Estas se describen en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2. Nuevas formas de organización

Nombre	Descripción
Prolongaciones	La forma de organización basada en la prolongación se crea cuando las compañías establecen entidades nuevas a partir de nuevos conceptos de negocios y luego las separan de sí, por lo menos parcialmente, dejándolas por su cuenta.
Organización estímulo-respuesta	Este tipo de organización se centra aún de forma más intensa en identificar las necesidades emergentes de los clientes. Mientras que la forma invertida desarrolla una relación distintiva con los clientes, el modelo estímulo-respuesta orienta la organización entera en torno a satisfacer las necesidades siempre cambiantes de los clientes. La premisa subyacente es que en el mercado el cambio impredecible es inevitable, y que el desafío es preparar la organización para capitalizar cualquier discontinuidad que se le presente.
Organización en red	Se basa en un conjunto organizado de relaciones entre unidades de trabajo autónomas o semiautónomas para entregar un producto o servicio completo a un cliente. La organización en red se encuentra tanto en el interior de la empresa (red interna), como en conjuntos de compañías (red externa).
Organización virtual	La forma virtual es una organización en que los empleados, los proveedores y los clientes están geográficamente dispersos pero unidos por la tecnología.
Organización invertida	La forma de organización invertida se articula en torno al cliente en el frente, y todas las funciones internas de la compañía se colocan detrás para servir al frente. El propósito es proveer a los clientes con soluciones rápidas, útiles y personalizadas.
Ambidiestra	Esta forma crea un entorno en el cual, tanto los negocios maduros como los emergentes florecen codo con codo. Este esquema de organización está diseñado para asegurar la destreza simultánea tanto en las mejoras continuas como en las innovaciones discontinuas.

Fuente: adaptado de Day et al. (2001)

Day et al. (2001) resaltan el papel fundamental de la estructura dentro de una organización. Por ello, se emplea el planteamiento de Schvarstein (2000), quien define la estructura como el medio del que se sirve una organización para conseguir su objetivo con eficacia. Por otro lado, es importante retomar como referencia básica, el concepto de **estructura formal** entendida como aquella que comprende la definición por niveles jerárquicos y funcionales, así como la descripción de los puestos de trabajo; esta legitima modos de relación prescritos y estables entre individuos, grupos, departamentos y organizaciones (relaciones inter-organizacionales). Adicionalmente, se considera que la estructura se convierte en un aspecto relevante para el diseño por que señala las funciones de los roles y responsabilidades exigibles en términos de decisiones.

Teniendo en cuenta lo anterior y articulándolo con los aspectos de la prestación de servicios de conocimiento, es pertinente mencionar los diferentes tipos de estructuras propuestas para unidades de I+D, que pueden ser extrapolables a este caso: (1) organización orientada por entradas: por disciplina científica o área técnica, y por actividad; (2) organización orientada por salidas: por línea de producto y por proyecto; (3) organización Matriz.

De manera similar se encuentran otros conceptos como los expuestos por Afuah (1997), quien realiza una clasificación de la estructura con base en dos preguntas: la primera relacionada con el intercambio de información (transferencia de conocimiento interna), y la segunda referente al problema de la diferenciación e integración. Este autor menciona tanto las estructuras de organización como las estructuras organizacionales. Las estructuras de organización son cierta variación de dos tipos principales: funcionales y de proyecto, cuyas principales diferencias son descritas en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3. Diferenciación entre estructuras de organización

Crterios	Funcional	Proyecto
Organización	En grupos y desempeña sus tareas de conformidad con funciones tradicionales.	Por tarea u objetivo en desarrollo.
Aprendizaje	Aprenden recíprocamente y aumentan la reserva de conocimiento de la empresa en un área particular.	Aprenden cruzado entre las áreas de origen.
Comunicación	Principalmente vertical, hacia arriba y hacia abajo por la jerarquía de cada función.	Es preferentemente lateral, una ventaja para la innovación.

Fuente: adaptado de Afuah (1997)

Para identificar el tipo de estructura por emplear se recomienda adicionalmente tener presente tres factores de los cuales depende la obsolescencia de las habilidades de un grupo: (1) la velocidad de cambio de la tecnología que sustenta la organización en cuestión; (2) la duración del proyecto, y (3) la cantidad de reciprocidad de los diferentes componentes o subsistemas del producto de que se trata, esto con el fin de estructurar una organización que busca potencializar dichas habilidades, lo que se ha considerado de gran importancia en la prestación de servicios y está estrechamente relacionado con la generación de vectores de conocimiento.

De acuerdo con los factores enunciados, se plantea que si el proyecto es muy extenso y la velocidad de cambio del conocimiento tecnológico que sustenta diferentes funciones también está variando rápidamente, la empresa querrá quedarse con la estructura funcional, lo cual permitirá a los trabajadores permanecer en sus grupos funcionales donde, a través de la interacción con colegas funcionales, mantienen actualizadas sus habilidades, que son decisivas para el éxito de la compañía. Si el desarrollo del producto o servicio es de breve duración y la velocidad de cambio del conocimiento que sirve de base al área funcional no es muy alta, la empresa estará mejor con la estructura de proyecto. La selección de estructura es también una función de la coordinación de actividades, en el interior del proyecto y su frecuencia. Estas exigencias de coordinación dependen de qué tan interrelacionados están los diferentes componentes del producto o servicio. Mientras más coordinación se necesite, más se utilizará la estructura de proyecto.

Puede haber algunas situaciones donde no sea muy clara la estructura por utilizar, ante lo cual se propone la estructura de organización matriz, en donde se asignan individuos de diferentes áreas funcionales a un proyecto, pero en lugar de informar solo al gerente del proyecto, se informa también a sus gerentes funcionales. En algunos casos, un trabajador está laborando en más de un proyecto. Puede estar ubicado físicamente en su área funcional, y perder así uno de los beneficios clave de la organización de proyecto: la interacción frecuente y en ocasiones no planificada entre los miembros del proyecto de diferentes áreas funcionales. La organización matriz tiene dos ventajas: en primer lugar, debido a la velocidad de cambio de conocimiento, es probable que varíe de una función a otra, los empleados pueden pasar tiempo en la dirección del proyecto en proporción con la velocidad de cambio del conocimiento en sus áreas funcionales. En segundo lugar, los trabajadores pueden mantener actualizadas sus habilidades (*T-skills*) puesto que tienen oportunidad de interactuar con sus equipos de proyecto y los grupos funcionales. La desventaja radica en la dificultad de atender a dos jefes y distribuir la lealtad.

En cuanto a las **estructuras organizacionales**, estas son caracterizadas como orgánicas o mecanicistas y sus principales diferencias son presentadas en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4. Diferencias entre estructura orgánica y mecanicista

Orgánica	Mecanicista
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La comunicación es lateral y permite, por ejemplo, que la comercialización y la ingeniería conversen directamente entre sí y con más frecuencia. ▪ Los que tienen experiencia o conocimiento poseen la influencia. ▪ No están bien definidas las responsabilidades de las tareas, lo que permite objetividad en la recepción y evaluación de nuevas ideas. ▪ Sumamente propicio para reconocer el potencial de una innovación. ▪ El énfasis recae en el intercambio de ideas y no en el flujo unidireccional de arriba hacia abajo de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La comunicación es vertical a lo largo de líneas jerárquicas, principalmente de jefe a subordinado, informándoles qué hacer. ▪ La influencia la poseen más aquellos que se hallan a más altura en la jerarquía. ▪ Responsabilidad bien definida de las tareas. Énfasis en un flujo unidireccional de arriba hacia abajo de la información. ▪ Lo menos propicio para reconocer el potencial de una innovación.

Fuente: adaptado de Afuah (1997)

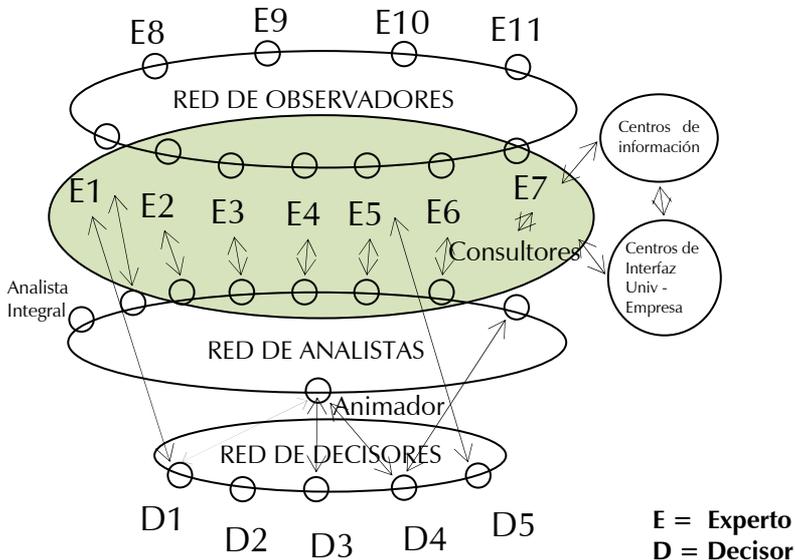
Con cada una de las bases conceptuales que se describieron anteriormente, se logra comprender las diferentes formas de organización y tipos de estructuras existentes que se pueden manejar para conformar unidades de prestación de servicios de conocimiento y en particular de unidades de vigilancia tecnológica, lo cual posibilita hacer una comparación con las estructuras ya existentes y permite definir las actividades a las cuales debe estar sujeta, retomando claramente los aspectos planteados para la prestación de servicios.

6.4.2 Experiencias internacionales en el diseño de unidades de vigilancia tecnológica

Para consolidar las bases encaminadas a la generación de unidades de vigilancia tecnológica en el contexto nacional, es necesario conocer lo existente con el fin de aprender de experiencias anteriores y consolidar mejores procesos. En la literatura existen diversos casos en los que se ha planteado el diseño de unidades o sistemas de vigilancia tecnológica, como los expuestos por Dueñas (2002), Forero (2003), León et al. (2004), Fernández (2006), entre otros, donde se plantean claramente grupos funcionales, objetivos, materiales e insumos y procesos.

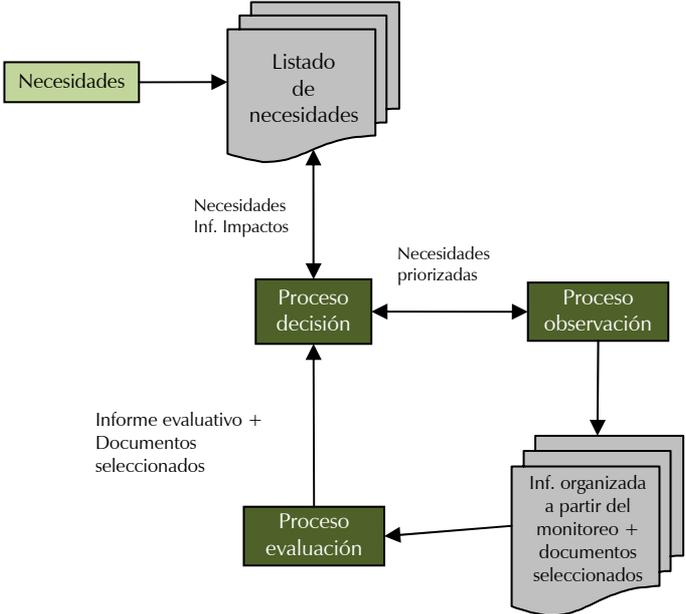
Las Figuras 6-6, 6-7, 6-8 y 6-9 permiten evidenciar los planteamientos de cada autor, notando factores comunes, como los grupos funcionales con los cuales se logra llevar a cabo las actividades fundamentales de la vigilancia tecnológica.

Figura 6-6. Diseño para la unidad de vigilancia tecnológica en una empresa de bajos recursos



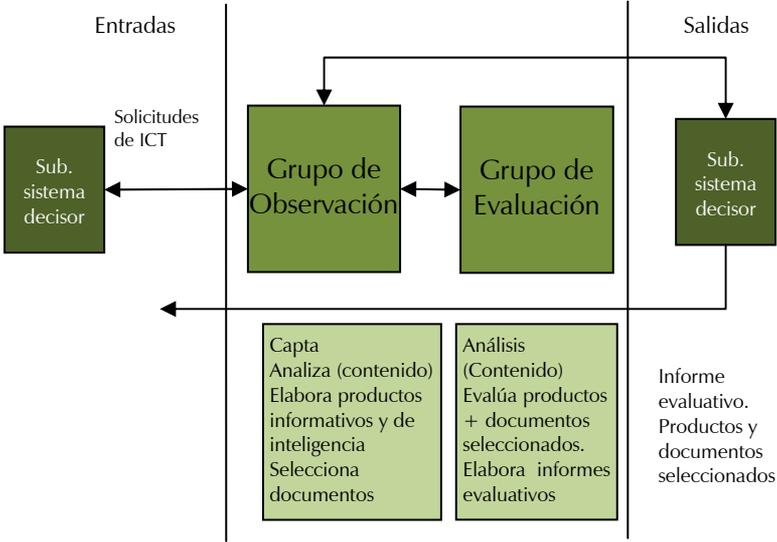
Fuente: adaptado de León et al. (2004)

Figura 6-7. Diagrama de procesos de un sistema de VT para un centro de I+D



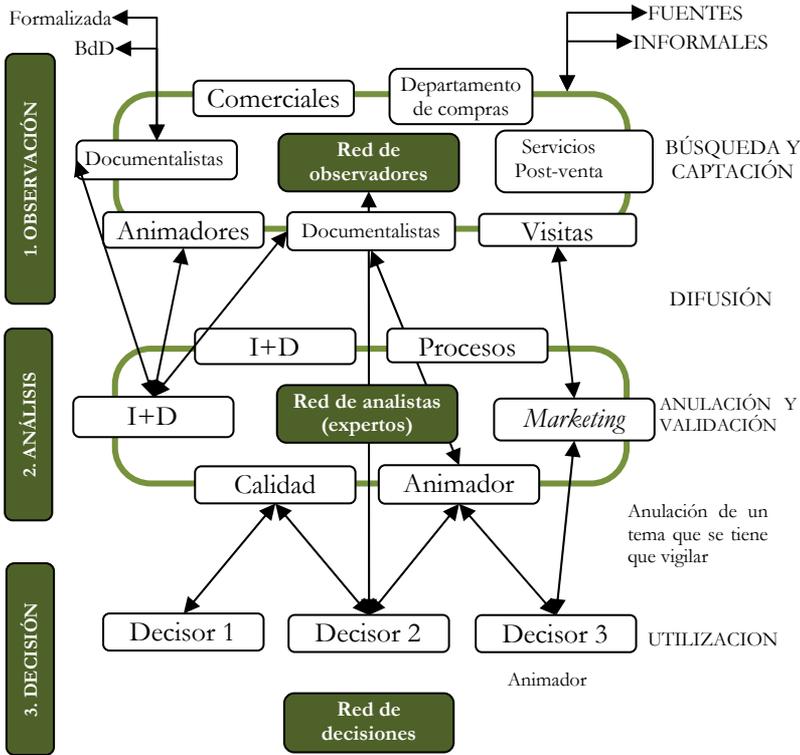
Fuente: Fernández (2006)

Figura 6-8. Funcionamiento de un sistema de vigilancia tecnológica



Fuente: Dueñas (2002)

Figura 6-9. Diseño de una red de VT



Fuente: Forero (2003)

Dentro de estos esquemas se establece una estructura de personal, mediante el establecimiento de redes de trabajo de la siguiente forma: (1) red de observadores, (2) red de analistas o evaluadores y (3) red de decisores. De acuerdo con los autores anteriormente mencionados, el proceso de **observación** se constituye con los subprocesos de identificación de necesidades de información, captación de información científica y técnica, análisis preliminar y elaboración de productos informativos; el proceso de **análisis o evaluación** incluye los subprocesos de: análisis cualitativo, evaluación de la información organizada a partir del monitoreo y la elaboración del informe con propuestas concretas; dentro de este proceso participan expertos que conforman una red de evaluadores por cada especialidad de interés.

Finalmente, el proceso de **decisión** es conformado por aquellos quienes, a partir de la información generada, apropian las propuestas resultantes y toman decisiones respecto a las necesidades de la organización. En el caso de estructuras de vigilancia tecnológica internas a la organización, este papel lo asumen los directivos (ver Figura 6-6), mientras que para estructuras externas como el caso de unidades prestadoras del servicio, el papel decisor lo toman los clientes.

Los modelos representados anteriormente permiten evidenciar el tipo de estructuras que requiere la aplicación de la vigilancia tecnológica y que han sido consolidadas al interior de grandes empresas como Motorola, L'Oréal, Instituto Mexicano del Petróleo, Petrobras, entre otras. Incluso en el contexto colombiano existen entidades que han asimilado este tipo de estructuras y que, advirtiendo la necesidad del manejo de información científico-técnica, han realizado esfuerzos por brindar el servicio de vigilancia tecnológica en el nivel nacional. Es el caso de Colciencias, que a través del Programa nacional de prospectiva tecnológica e industrial, ha promovido la aplicación de este tipo de herramientas y ha transferido el conocimiento a diversos grupos que en la actualidad brindan el servicio. Por otra parte, existen empresas que dentro de sus estrategias, han definido la creación de unidades internas de vigilancia como es el caso del Instituto Nacional de Cancerología.

6.4.3 Bases para la estructuración de unidades de vigilancia tecnológica

Con el fin de describir las bases para la estructuración de unidades de vigilancia tecnológica, se mencionan en primera instancia las experiencias obtenidas en la ejecución de proyectos de inteligencia tecnológica en los cuales la vigilancia fue un componente de gran expectativa y de alta receptividad. Dos de ellos fueron realizados con el liderazgo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo para la definición de estrategias tecnológicas. El primero fue para la industria de software y servicios asociados, y el segundo para las cadenas de: cosméticos y productos de aseo, y artefactos domésticos. Un tercer proyecto es el realizado con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el cual, mediante la transferencia de conocimiento a catorce grupos ejecutores, se han generado capacidades para la aplicación de herramientas que conforman el modelo de inteligencia tecnológica con el objetivo de consolidar agendas de investigación prospectivas para dieciséis cadenas productivas.

En el primer y segundo casos la experiencia resultó de la aplicación y transferencia de los resultados a los clientes finales, quienes conformaron un grupo ancla para validar y retroalimentar cada uno de los resultados obtenidos a lo largo de la ejecución. En el tercer caso, la transferencia de conocimiento se realizó con mayor intensidad a clientes intermedios, quienes serían los encargados de ejecutar la vigilancia tecnológica y presentar los resultados al cliente final.

Retomando tanto los aspectos principales de cada una de las experiencias como las consideraciones para la prestación de servicios de conocimiento, se describen a continuación algunas bases para la estructuración de unidades de vigilancia tecnológica.

Para la generación de unidades de vigilancia tecnológica se propone el enfoque sistémico planteado por Vieira (1999) y retomado por Escorsa (2002), el cual se constituye de: objetivo, estructura, insumos, operaciones y productos. Inicialmente, en la Tabla 6-5 se mencionan algunas características en cuanto a estructura que pueden ser consideradas según las características de la organización y del entorno donde se desea generar.

Tabla 6-5. Características estructurales para una unidad de vigilancia

Característica	Elección	Justificación
Tipo de organización – estructura Autores representativos: Day, Afuah y Chiesa	Red, virtual y estímulo – respuesta	Una unidad de VT debe poseer una estructura en red puesto que de esta manera se genera una comunicación lateral en la cual el poder no se encuentra concentrado en una sola persona. Debe existir alguien que coordine, pero se deben generar grupos específicos para cada uno de los procesos; en ellos es posible tomar decisiones propias y el producto final será una combinación del esfuerzo de todos articulado con los requerimientos constantemente cambiantes de los clientes, razón por la cual la estructura estímulo – respuesta es también propuesta para el tipo de estructura que se busca construir con la unidad de vigilancia y cienciometría, puesto que se debe estar dispuesto a asumir nuevas tecnologías y estar en constante aprendizaje para responder de manera rápida las necesidades de quienes solicitan un determinado estudio. Sin embargo, la estructura virtual también aporta a la generación de la unidad de VT, puesto que algunos servicios se deberán ofrecer por medio de la Internet sin tener que gastar recursos físicos como el papel o tener contacto directo con el cliente.
	Mixta: entrada (por disciplina científica) y salida (por proyecto)	De acuerdo con autores como Chiesa, complementado por las definiciones dadas por Afuah, una adecuada forma de estructuración de la UVT es la estructura mixta en donde la comunicación es del tipo de estructura orgánica, es decir lateral, por especialidades distribuidas en las tres funciones principales de la vigilancia se comunican entre si sin necesidad de comunicárselas al director general. Las actividades estarían distribuidas de acuerdo con el proyecto generado y el personal podría participar de diferente forma en cada uno de ellos.
Grupos Funcionales Autores representativos: Fernández, León, Dueñas y Forero	Observadores – analistas y tomadores de decisión	De acuerdo con el proceso manejado para realizar estudios de vigilancia tecnológica, y los puntos de vista de autores relevantes en el tema, se pueden distinguir tres grupos funcionales en los cuales se tiene personal calificado y con competencias específicas, lo que da la posibilidad de interactuar con diferentes personas que coordinan proyectos y demandan el servicio.

A partir de los mencionados fundamentos para generación de estructuras y de los conceptos básicos de la VT descritos en el capítulo 2 del presente libro, se realiza una propuesta general para la generación de cada uno de los componentes de la unidad de vigilancia, tomando como referencia las tres experiencias antes mencionadas.

- **Objetivos:** identificar las evoluciones y novedades de la tecnología en un área determinada, analizando cuantitativamente la actividad científica y técnica proporcionada por patentes y artículos a través de indicadores cienciométricos.

▪ **Estructura:** Vieira (1999) recomienda emplear una estructura de redes, con una gestión descentralizada y coordinada. Esto es consecuente con lo planteado por Day (2001) y con la estructura mixta (proyectos y disciplina científica) planteada por Chiesa (2001), como se evidenció anteriormente. De esta manera se propone la constitución de una red de observadores, una de analistas y una de tomadores de decisión. La red de observadores funciona como una gran antena del sistema de vigilancia y ciencimetría, aportando contenido informacional. La red de analistas funciona como un órgano central responsable por el metabolismo de la información, por su transformación en inteligencia, especialmente en lo que se refiere al aumento de las posibilidades de innovación y percepción de tendencias y oportunidades. Las redes de tomadores de decisión son, como su nombre indica, los responsables de las decisiones, este grupo puede variar debido a que los clientes hacen parte de él y cambian constantemente.

Por su parte, Orozco (1999) plantea que una de las principales características de los sistemas de gestión de información es que deben adaptarse a la estructura y esquemas organizativos de la institución a la cual sirven: *“Los sistemas de inteligencia no escapan a esa exigencia por el contrario, en esos casos ella se hace más amplia, debido a las expectativas que se tiene sobre estos”*. Por medio de una estructura como la presentada se potencializan las capacidades de los actores y al ser manejada por proyectos, se permite la interrelación con actores continuamente cambiantes como los tomadores de decisión, el cual va a estar representado dentro del grupo base por el director del proyecto, quien será el conocedor del sistema completo.

▪ **Insumos:** la información relacionada con aspectos estratégicos puede ser recopilada en fuentes formales de información, correspondiente al pasado reciente (bases de datos de artículos y patentes, Internet, revistas especializadas, tesis, patentes, etcétera) y en las fuentes informales de información correspondiente al futuro próximo o presente (contactos personales o telefónicos con clientes, proveedores, competidores y consultores en congresos, exposiciones, reuniones, entrevistas, etcétera) (Canongia, 1998).

Para que una unidad de este tipo pueda realizar sus procesos de análisis y generación de resultados, es vital la creación de un sistema de información específico que permita la confluencia de la información formal e informal. Para acceder a la información, el país cuenta con gran potencial a través de los sistemas de información de las universidades. Por ejemplo, el Sistema Nacional de Bibliotecas - SINAB de la Universidad Nacional permite obtener información tanto actual como del pasado y relacionarla para generar análisis más detallados, los cuales no necesariamente deben emplear herramientas complejas y costosas, porque como se analizó en los capítulos precedentes, la complejidad de los procesos e instrumentos informáticos depende de la especificidad del problema, el acceso a la información y de la capacidad de los ejecutores.

▪ **Personal:** en los procesos de gestión de la información se han generado sistemas computacionales que permiten realizar procesos de búsquedas inteligentes, análisis semántico, generación de gráficos correlacionales, entre otros, que inducen a pensar que el recurso humano no tendría gran importancia dentro de unidades como la propuesta. Sin

embargo, la razón humana y los procesos de gestión de conocimiento ratifican al ser humano como el medio para la transformación de datos en inteligencia. De acuerdo con lo anterior, las personas que se encuentran involucradas en una unidad vigilancia tecnológica, deben poseer educación profesional especialmente en áreas de ingeniería de sistemas, ingeniería industrial, ciencias económicas o administrativas o áreas específicas según sea el tema de estudio.

Sin embargo, además de la capacidad profesional que se posea, es necesario contar con competencias específicas, entendidas como el conjunto de los conocimientos, cualidades, capacidades, y aptitudes que permiten discutir, consultar y decidir sobre la generación de valor a partir de la información inicial. Supone conocimientos razonados, ya que se considera que no hay competencia completa si los conocimientos teóricos no son acompañados por las cualidades y la capacidad que permita ejecutar las decisiones que dicha competencia sugiere. Las competencias requeridas son, entonces un conjunto de propiedades en permanente modificación que deben ser sometidas a la prueba de la resolución de problemas concretos en situaciones de trabajo que entrañan ciertos márgenes de incertidumbre y complejidad técnica (Gallart y Jacinto, 1995).

Adicionalmente es necesario contar con un líder de equipo el cual posea: actitud para reconocer las expectativas de sus colaboradores y ubicarlas en un escalafón más alto. Un líder de equipos de alto desempeño como el que se busca en la estructuración de una unidad de vigilancia tecnológica, tiene la habilidad de establecer relaciones de confianza. Adicionalmente, debe poseer los conocimientos sobre el negocio que maneja. En una época de cambio radical como la que se vive hoy en día, el liderazgo real es aquel que fomenta un aprendizaje continuo (Castañares, 2006).

- **Operaciones:** para el estudio y análisis de la información existe un gran conjunto de métodos de diversos campos (bases de datos, estadísticas, inteligencia artificial, etcétera) y varias técnicas establecidas a partir de la bibliometría/cienciometría descritos en el capítulo 2.
- **Productos y servicios:** los productos y servicios de la unidad responden a una estrecha relación entre las necesidades de los clientes y la información recogida (interacción). En la medida en que cambien los insumos, otros productos diferentes pueden aparecer y estos deben ser gestionados adecuadamente para que sirvan de soporte en los procesos posteriores, con el fin de evidenciar los resultados generados a partir del servicio.

6.4.4 Extrapolación hacia los servicios de inteligencia

La existencia de unidades, centros u observatorios de prospectiva, *benchmarking*, pronósticos, entre otros (ver Tabla 6-6) en el mercado de los servicios en el nivel mundial, lleva a proponer estructuras más dinámicas como las de inteligencia, que se encarguen de integrar las diferentes herramientas para brindar soporte estratégico.

Tabla 6-6. Entidades prestadoras de servicios de gestión tecnológica en el mundo

Países	Institutos – Centros
Japón	Japan Information Center of Science and Technology (JICST) – VT Institute for Industrial Protection
Estados Unidos	Best Practice Institute Computer Horizons Inc. (CHI) Institute for Scientific Information (ISI) Society of Competitive Intelligence Professionals (SCIP) Global Development Business Association (GDA) IATAFI – International Association of Technology Assessment and Forecasting Institutions Center of Futures Research Institute for Alternative Futures
Reino Unido	Science Policy Research Unit (SPRU) Policy Research in Engineering, Science and Technology PREST (Manchester) SPRU (Sussex, UK) Instituto de Prospectiva Tecnológica Europeo (IPTS)
Hungría	Information Science and Scientometrics Research Unit (ISSRU) IRO (Budapest)
Francia	Strategic Road Benchmarking Institut du Benchmarking Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) Paris. Centre de Sociologie de l’Innovation (CSI) Unité de Recherche et Innovation (URI) Institut de l’Information Scientifique et Technique (INIST) Laboratorio de investigación de Prospectiva y Estrategia en el Conservatorio Nacional de Artes y Oficios (París, Francia)
Suecia	Inforsk (Umeå) Upplysning Centralen
Países Bajos	NERDI (Amsterdam) Centre for Science and Technology Studies (CWTS)
Dinamarca	Centro de Estudios Infométricos CIS (Copenhagen)
Alemania	Deutsches Benchmarking Zentrum WIFI Benchmarking Zentrum COLLNET (Berlin, Germany) FhG-ISI (Karlsruhe, Germany) IWT (Bielefeld, Germany)
Rusia	VINITI (Instituto de información científica y técnica)
Bélgica	FID (Federación Internacional de información y documentación)
España	Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia (IEDHC) Red de Investigadores sobre Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad (RICTES) INFOCENTER Instituto Prospectivo de Prospectiva y Estrategia (Prospektiker, Zaratauz)
Australia	FMRC Benchmarking Team BIRG (Sydney) REPP (Canberra) Centros de Investigación de Futuros Institute for Global Futures Research (IGFR)
Bélgica	SOOS (Leuven)
India	NISTADS (New Delhi)
Brasil	Banco de Dados de Melhores Práticas
Colombia	Programa nacional de prospectiva tecnológica e industrial COLCIENCIAS Corporación Calidad Centro de Pensamiento Estratégico y Prospectiva Grupo de Investigación BioGestión

Dentro de los procesos de inteligencia, como se observó en el capítulo 5, se articulan diversas herramientas para soportar servicios como la identificación de tendencias de investigación, de mercado, la detección de mejores prácticas, la opinión y consenso de expertos en la construcción de escenarios prospectivos, entre otros, que llevan a la generación de estrategias y de conocimiento al interior de las entidades clientes del servicio. Los fundamentos descritos anteriormente para unidades de vigilancia tecnológica son comunes a diversas actividades relacionadas con la gestión tanto de conocimiento como tecnológica, por ello, es viable la extrapolación de éstos para generar unidades de inteligencia. Sin embargo, por cuanto los sistemas de inteligencia tecnológica involucran ciertos atributos para su sostenibilidad: dinamicidad, flexibilidad y adaptabilidad, es importante que al momento de definir estructuras, estos elementos particulares se tomen en cuenta. Aunado a lo anterior, se debe ser consecuente con consideraciones como el manejo de contextos y protocolización con el fin de facilitar curvas de aprendizaje más rápidas a los prestadores y receptores del servicio de conocimiento, en este caso, un sistema de inteligencia en funcionamiento.

Finalmente, y como fue mencionado en el capítulo 5, en el mundo ya existen casos de unidades de inteligencia conformadas tanto al interior de organizaciones como de forma externa, tal es el caso de Synthesis Partners, Search technology Inc., SRI Consulting y Food Technology Intelligence Inc. en Estados Unidos, ITIS en Taiwán, Oakland en Inglaterra e Interligare en España. Con ello se demuestra la importancia de concebir estructuras que cuenten con estas capacidades y que soporten los procesos de toma de decisión de manera más acorde a las necesidades específicas de cada contexto.

6.5 CONCLUSIONES

Dentro del marco de la sociedad y la economía del conocimiento deben reconocerse los cambios ineludibles que se han producido y las nuevas demandas que ellos han suscitado para el ejercicio de la gestión del conocimiento y la tecnología, donde sus actividades pueden hoy considerarse como servicios de conocimiento suministrados a las organizaciones, generalmente por entidades o actores externos. Ubicar las actividades de la gestión como servicios ha implicado e implicará que los prestadores de estos asuman una nueva postura.

En un primer momento es de gran importancia reconocer que dichos servicios, aunque sean de conocimiento, requieren de un proceso de planeación y seguimiento riguroso, más aún cuando el principal insumo y producto lo constituye un intangible. Por otra parte, es preciso entender que no se trata simplemente de aplicar un método estandarizado para abordar un determinado problema, sino que se requiere vender, utilizar, pero a la vez adquirir y transferir conocimiento en cada servicio, llegando con las debidas adaptaciones, a extrapolar este conocimiento a ejercicios similares para, con ello, no solo suministrar una solución, sino a la vez fortalecer las capacidades endógenas de los clientes. Es decir, se requiere aportar soluciones con valor.

A su vez, esta dinámica demanda que los proveedores del servicio continuamente estén actualizando su conocimiento y desarrollando nuevas capacidades, para lograr, verdaderamente contribuir al crecimiento de los clientes, cada vez más exigentes. Las entidades y actores proveedores de servicios de gestión tienen como opción, retomar consideraciones como las propuestas, para hacer de la prestación de los servicios un proceso valioso y sostenible.

De acuerdo con la anterior conclusión, las consideraciones presentadas y las diferentes tipologías de estructura organizacional, se puede asimilar cuál de ellas es pertinente para la estructuración de unidades de vigilancia tecnológica, puesto que son tipos de organizaciones emergentes que implican relaciones interdisciplinarias y de un elevado manejo de la tecnología. Las unidades de vigilancia tecnológica o de inteligencia en el país pueden generarse tanto en ambientes académicos como en grupos empresariales líderes, que reúnan las características principales de un sector en el cual se debe asimilar cada uno de los componentes descritos en el presente capítulo, con el fin de lograr resultados satisfactorios y acordes con las demandas del mercado.

6.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Afuah, A., La dinámica de la innovación organizacional., Inc. Oxford University Press. New York. USA. 1997.
2. Álvarez, V., Rodríguez, D., Hablemos...: de la sociedad rentista a la sociedad del conocimiento, Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología de la Región Zuliana FUNDACITE. Venezuela, 1998.
3. Aprea, G., La sociedad, la información y el conocimiento ante la difusión de las TIC, Memorias de las VI Jornadas de Investigadores de Comunicación, Córdoba, 2002.
4. Bettencourt, L. A., Ostran, Amy L., Brow, Stephen W., Roundtree, Robert I., Client co-production in Knowledge intensive business services. California Management Review. Vol 44, N°4, 2002.
5. Canongia, C., Implantação de Sistema de Inteligencia competitiva para dinamização e inovação da Rede Antares-Rede de Serviços de Informação em C&T., Diplome DEA en Information Scientifique et Technique Veille Technologique Universite Aix-Marseille. Marselha, França. 1998.
6. Castañares, J., Equipos de Alto Desempeño Cómo Lidar con Ellos. 2006.
7. Castellanos, O., Guevara, C., Chávez, R., Integración empresarial para la competitividad y la gestión del conocimiento como estrategia para su sostenibilidad., Memorias del X Foro de Investigación: Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, UNAM, México, 2005.
8. COTEC., Análisis del Proceso de Innovación en las empresas de servicios., Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid, 2004.

9. Creplet, F., Dupouet, O., Kern, F., Mehmanpazir, B., Munier, F., Consultants and experts in management consulting firm., *Research Policy*. Vol 30, 2001.
10. Chiesa, V., *R&D Strategy and organisation: Managing technical change in dynamic contexts*. Imperial College Press. *Technology Management*. 2001.
11. DANE., *Ficha Metodológica Encuesta Anual de servicios.*, Colombia, 2005.
12. Day, G. S., Schoemaker, Paul J. H., Gunther, R. E., *Gerencia de tecnologías emergentes*. Javier Vergara Editor. Wharton. 2001.
13. Den Hertong, P., *Knowledge intensive business services as co - producers of innovation.*, *International Journal of Innovation Management*. Vol 4, N°4, 2000.
14. Department of Industry, Science and Resources., *The Australian service sector review 2000*, Canberra, 1999.
15. Drucker, P., *Post Capitalist Society.*, Butterworth & Heinemann Ltd, 1993.
16. Drucker, P., *The rise of the Knowledge Society.*, *Wilson Quarterly*, Vol 17, N°2, 1993.
17. Dueñas, P., Lourdes M. *Caracterización de un Sistema de Vigilancia Tecnológica. Estudio de Caso*. INTERPRESS 2002. La Habana, Cuba.
18. Edvardsson, B., Gustafsson, A., Roos, I., *Services portraits in service research: a critical review.*, *International Journal of Service Industry Management*. Vol 16, N° 1, 2005.
19. Escorsa, P., Maspons, R., Ortiz M, I.,. *Las unidades de inteligencia/conocimiento en el diseño de políticas científicas y tecnológicas*. 2002
20. Fernández Coira, M., *Sistema de vigilancia Tecnológica para un centro de I+D*. INTERPRESS Info 2006., La Habana, Cuba.
21. Forero, *Redes de Vigilancia Tecnológica para pequeñas empresas.*, Info 2003, La Habana, Cuba.
22. Gadrey, J., Gallouj, F., Weinstein, O., *New modes of innovation: How services benefit industry*, *International Journal of Services Industry Management.*, Vol 6, N° 3, 1995.
23. Gallart, M., Jacinto, C., *Competencias Laborales: Tema Clave en la Articulación Educación-Trabajo.*, *Boletín de la Red Latinoamericana de Educación y Trabajo*, CIID-CENEP. Vol.6, No. 2, 1995.
24. Gallouj, F., *Knowledge intensive business services: processing knowledge and producing innovation.*, En: Edward Elgar, ed at., Cadrey, Jean & Gallouj: *Productivity, innovation and Knowledge in services.*, U.K, 2002.
25. Hipp, C., Tether, B., Miles, I., *The incidencia and effects of innovation in services: evidence from Germany*, *International Journal of Innovation Management.*, Vol 4, N° 4, 2000.

26. Haataja, J., Development of competitiveness of knowledge intensive services., Memorias de ISPIM Conference "The role of Knowledge in innovation", Portugal, 2005.
27. Jaakkola, E., Halinen, A., Problem solving within professional services: evidence from the medical field., International Journal of Service Industry Management. Vol 17, N°5, 2006.
28. Kim, G., Bridge, A., Skitmore, M., Assessing the service quality of building maintenance providers: mechanical and engineering services., Construction Management and Economics, Vol 19, 2001.
29. Lamb, Ch., Hair, J., McDaniel, C., Marketing., International Thomson Editores, 2002.
30. León, T., Gonzáles, E., Díaz, D., "Diseño e implementación de un Sistema de Vigilancia Tecnológica en una empresa de escasos recursos. INTERPREST Info2004 La Habana, Cuba.
31. Lindsay, V., Chadee, D., Mattsson, J., Johnston, R. y Millett, B., Relationship, the role of individuals and knowledge flowa in the internationalisation of service firm., International Journal of Service Industry Management, Vol 14, N°4, 2003.
32. López, Gaviria M., Orta, Pérez M., Pérez, López J., y Pérez, López A., La auditoría interna en España: Una aproximación conceptual, Memorias del XIII Jornadas hispano lusas de Gestión Científica, Lugo, España, 2003.
33. Marimon, V. F., La consultoria especializada en ISO 9000 en Cataluña: calidad del servicio y beneficios, Department d'Organització, Gestió Empresarial i Disseny de Producte, Universidad de Girona, España, 2002.
34. Maula, M., Poulfelt, F., Knowledge Tranfer, consulting modes and learning, MPP Working Paper N°9, Department of Management, Politics and Philosophy, Copenhagen Business School, Denmark, 2000.
35. Mayére, A., Quality and Intellectual Services., International Journal of Service Industry Management. Vol 2, N°1, 1991.
36. Miles, I., Services and Knowledge based economy., En: Joe Tidd and Frank Hull, ed at.. Services Innovation. Imperial College Press, London, 2003.
37. Miles, I., Katrinos, N., Flanagan, J., Bilderbeek, R., Hertong, Pim den; Huntink, Willen y Bouman, Mark., Knowledge Intensive Business Services, PREST. UK, 1995.
38. Muller, E., Zenker, A., Business services as actors of knowledge transformation: the role of KIBS in regional and national innovation systems., Research Policy, Vol 30, 2001.
39. Natti, S., Halinen, A., Hantto, N., Customer Knowledge transfer and key account management in professional service organizations, International Journal of Service Industry Management. Vol 17, N°4, 2006.

40. Nonaka, I., A dynamic theory of organizational knowledge creation., *Organization Science*. Vol 5, N° 1, 1994.
41. OECD. *Science, Technology and Industry: Benchmarking knowledge based economies*, Paris, 1999.
42. Orozco, E., *La inteligencia Organizacional en la industria biofarmacéutica.*, 1999.
43. Pozza, Fabio Benito., *Estratégias competitivas em empresas de serviço: um estudo de caso do colégio marista de Londrina*, Programa de pós - graduação em Administração, Universidade estadual de Londrina, 2004.
44. Proexport., *Manual Exportación de servicios.*, Colombia: Ministerio de Comercio Exterior, 2003.
45. Rajala, R., Westerlund, M., *Business models: a new perspective on knowledge intensive services in the software industry.*, *Memorias del 18th Bed eCommerce Conference eIntegration in Action*, Slovenia, 2005.
46. Rodríguez, J., *Gerencia Sistémica de proyectos de investigación en ingeniería.*, Unidad de Publicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, 2000.
47. Salter, A., Tether, B., *Innovation in services.*, Paper for Advanced Institute of Management AIM, 2006.
48. Sandhusen, R., *Mercadotecnia*, Compañía Editorial Continental, 2002.
49. Schvarstein, L., *Diseño de las Organizaciones*. Paidós. Buenos Aires. 2000.
50. Silvestro, R., *Positioning services along the volume-variety diagonal.*, *International Journal of Operation & Production Management*. Vol 19, N° 4, 1999.
51. Stanton, W., Etzel, M., Walker, B., *Fundamentos de marketing*, Mc Graw Hill, 2004.
52. Stiglitz, J., *Los felices 90.*, Buenos Aires: Editorial Taurus, 2003.
53. Toivonen, M., *Expertise as business*, Department of Industrial Engineering and Management, Helsinki University, Finland, 2004.
54. Thompson, I., *Características de los servicios*, 2006. Disponible en: <<http://www.promonegocios.net/mercadotecnia-servicios/caracteristicas-servicios.html>>
55. Vega, G. L. R., *La negociación en proyectos de ingeniería, desarrollo tecnológico e investigación aplicada*, Ingeniería, Investigación y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Vol 6, N°004, 2005.
56. VID., *Engineering services and requirements to engineering services providers*, 2006.
57. Vieira, A., *Monitoração da competitividades científica e tecnológica dos estados brasileiros. Um instrumento de macropolítica de informação.*, *Ciencia da informação*. Vol 28, No 2, 1999, pp. 174-189.

58. Werr, A., Stjernberg, T., Exploring management consulting firms as knowledge systems, *Organization Studies*, 2003.
59. Wong, P., He, Z., The impacts of knowledge interaction with manufacturing clients on KIBS firms innovation behavior, *Memorias de UNU/ WIDER Conference*, Helsinki, 2002.
60. Wood, P., *Consultancy & Innovation: the business service revolution in Euro-pa.*, Florence: Editorial Routledge, 2001. Disponible en: <<http://site.ebrary.com>.>

Este libro se terminó de imprimir
en agosto de 2008
en Giro Editores Ltda.
Bogotá D.C. - Colombia